

221246

x 10. -

Experimentelle Untersuchungen
über den
L y m p h s t r o m.

INAUGURAL-DISSERTATION,

welche

mit Bewilligung der Hochverordneten

Medicinisches-Facultät der Kaiserlichen Universität zu

DORPAT

zur Erlangung

des

Doctorgrades

öffentlich vertheidigen wird

Woldemar Weiss,

Rigenser.

Mit einer lithographirten Tafel.

DORPAT.

Buchdruckerei und Lithographische Anstalt von Carl Schulz.

1860.

I m p r i m a t u r

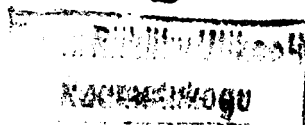
haec dissertatio ea lege, ut simulac typis fuerit excusa, numerus exemplorum praescriptus tradatur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livon. die X. m. Decembr. anni MDCCCLX.

N^o 326.
(L. S.)

Dr. **Buchheim**,
med. ord. h. t. Decanus.

2



469385

Seinem Freunde und Landsmanne

dem

Dr. Woldemar Hagentorn

in Petrosawodsk

gewidmet

von

Verfasser.

Die vorliegenden Untersuchungen über den Lymphstrom, welchem bis jetzt noch zu selten die Aufmerksamkeit physiologischer Experimentatoren gewidmet war, sind vorzugsweise aus dem Bedürfnisse hervorgegangen, zunächst die Kenntniss der physikalischen Verhältnisse, unter denen sich der Inhalt der Lymphgefäße bewegt, zu erweitern. Allerdings ist auch ein Schritt über das Thatsächliche hinaus zu einem Erklärungsversuche desselben gewagt; doch kann das darin liegende Hypothesische nur dazu dienen, eine Anregung zu sein, die empirische Sphäre des Gegenstandes noch genauer zu erforschen. Von früheren Untersuchungen schliessen sich die unsrigen vorzugsweise denjenigen an, welche Noll und Krause unter Ludwig's Leitung ausgeführt haben.

Es ist ein glücklicher Umstand, wenn ein Schüler und Anfänger in der Wissenschaft Gelegenheit hat, Arbeiten solcher Art unter der Leitung und Mitwirkung bewährter Forscher auszuführen. Auch der Verfasser dieser Abhandlung konnte sich dieses Glückes erfreuen und fühlt das lebhafteste Bedürfniss, seinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Bidder, wie überhaupt für die wissenschaftliche Förderung und Anregung während seiner Studienzeit, so insbesondere auch für die unterstützende Theilnahme an den ausgeführten Versuchen zu danken.

Vorbemerkungen:

Bei der Untersuchung der hydraulischen Verhältnisse im Lymphgefässsystem kommt einerseits das Phänomen des Uebertritts der Lymphe in die Anfänge der Lymphgefässe, andererseits die Weiterbewegung des Inhalts der Lymphgefässstämme nebst den zu beiden Vorgängen in Beziehung stehenden Verhältnissen in Frage. Da jedoch die Anfänge der Lymphgefässe für directe experimentelle Forschungen unzugänglich sind, so kann man zu einer richtigen Vorstellung von den in ihnen stattfindenden Vorgängen nicht anders als durch Schlussfolgerungen gelangen. Sollen solche Schlussfolgerungen aber sich nicht in vage Hypothesen verlieren, so muss zuvor schon das physiologische Experiment die Causalmomente für die hydraulischen Verhältnisse in den grössern Lymphgefässen aufgeklärt, und die anatomische Untersuchung über die Anfänge der Lymphgefässe zu Resultaten geführt haben, durch welche die bis jetzt bestehende Meinungsverschiedenheit anatomischer und physiologischer Autoritäten einer übereinstimmenden Ueberzeugung zu weichen genöthigt wird. Insofern diese Voraussetzung noch nicht erfüllt ist, darf wegen unzureichender thatsächlicher Grundlage die Frage, welche Kraft die Lymphe in die Anfänge der Lymphgefässe treibe, vorläufig unberücksichtigt bleiben, während die experimentelle Untersuchung sich vorzugsweise auf den Lymphstrom in den grösseren Lymphgefässen zu richten hat. Unter

diesem Gesichtspunkte wurden die vorliegenden Untersuchungen angestellt, durch deren Bekanntmachung der Verfasser weiter nichts beabsichtigt, als zur Vervollständigung der thatsächlichen Kenntniss des genannten Gegenstandes einen Beitrag zu liefern, und nur accessorisch wird er die Frage berühren, wie weit schon jetzt, trotz der Lücken, welche die anatomische Forschung noch übrig gelassen, die experimentellen Erfahrungen sich zu einer Theorie der Lymphbewegung verwerthen lassen. Die Ungleichheit der hydraulischen Verhältnisse im ductus thoracicus und in andern Lymphgefäßstämmen lässt es als zweckmässig erscheinen, die Untersuchung des Strömens von der der letzteren zu trennen, und hiernach auch die nachfolgende Darstellung zu ordnen.

I.

des Halses.

1) Zeitschrift für rationelle Medizin. Bd. IX. S. 52. Ueber den Lymphstrom in den Lymphgefässen und die wesentlichsten anatomischen Bestandtheile der Lymphdrüsen. Von Dr. med. F. Noth.

Jugularvene narcotisirt. Von diesem Narcoticum war jedoch eine sehr grosse Quantität erforderlich, um überhaupt eine merkliche Wirkung hervorzurufen, und nie wollte es dabei gelingen, die Thiere so weit zu beruhigen und alle willkürlichen Muskelacte so weit auszuschliessen, dass der Seitendruck in den Lymphgefässen, wie er unabhängig vom äusseren Drucke der Muskeln besteht, hätte längere Zeit hindurch gemessen werden können. Selbst wenn so grosse Gaben angewendet wurden, dass die Thiere einige Stunden nach dem Experiment unter den Erscheinungen der Intoxication starben, wurden dieselben dadurch doch nicht nur nicht vollkommen ruhig, sondern es traten krampfhaftige Bewegungen ein, welche jede Messung des von der vis a tergo herstammenden Seitendrucks vereitelten. Zu diesen Unbequemlichkeiten gesellte sich noch der Uebelstand, dass die zum Zwecke der Opiuminjection geöffnete Vene mit einer Ligatur umschnürt werden musste, wodurch — worauf später noch zurückzukommen sein wird — auch die Druckverhältnisse in der Blutbahn und somit die vis a tergo Aenderungen erleiden. — Aus diesen Gründen wurde zur Betäubung der Füllen das Chloroform in Anwendung gebracht, indem durch Einführung eines mit höchstens 3j Chloroform durchtränkten Propfes roher Baumwolle in ein Nasenloch in wenigen Minuten Schlaf erwirkt wurde. Obwohl die Thiere sich jetzt, im Vergleich zu den durch Opium narcotisirten, bedeutend ruhiger verhielten, so waren doch wieder auch hierbei die von Bewegungen völlig freien Pausen immer noch kürzer, als die beabsichtigten Versuche es wünschen liessen. Deshalb wurden schliesslich noch einige Versuche an Hunden angestellt, die durch Opium narcotisirt waren. Bei diesen Thieren zeigte zwar das Opium die erwünschte Wirkung; doch lag keine Veranlassung vor, die Zahl der Versuche zu vermehren, da die angestellten Messungen mit den von Noll mitgetheilten Beobach-

tungswerthen des Seitendrucks vollkommen übereinstimmten. Bei den an Füllen angestellten Versuchen waren, wie bereits bemerkt, die Muskelbewegungen nicht zu eliminiren. Dennoch sollen einige von unsern Beobachtungsreihen mitgetheilt werden, theils weil aus ihnen, ungeachtet der störenden Muskelbewegungen, die sich als auxiliäre Kräfte geltend machten, der Seitendruck, wie er bei Abwesenheit jedes äussern Druckes im Lymphrohr vorkommt, sich wenigstens approximativ bestimmen lässt, theils auch, um mit Hilfe der gefundenen Druckwerthe die Bedeutung der Muskelbewegung für den Lymphstrom überhaupt ins volle Licht stellen zu können.

Zur Messung des Seitendrucks wurde ein mit einer kohlensauren Natronlösung von 1080 spec. Gewicht gefülltes Manometer, von der Form, wie sie dem Poiseuille'schen Hämodynamometer gewöhnlich gegeben wird, gebraucht, unter den bei derartigen Untersuchungen zu beobachtenden Cautelen, deren Erörterung hier um so mehr unterbleiben kann, da dieselben schon von Noll mit Genauigkeit angegeben sind ¹⁾. Nur so viel sei angeführt, dass auch wir den Nullpunkt bald vor dem Experiment, bald nach ihm bestimmten, und namentlich, falls das Erstere geschehen war, Natronlösung in den längeren Schenkel der Manometerröhre nachgossen, um dadurch einen Controlversuch zu erlangen. Die Röhre, welche das mit einem Hahne versehene Ansatzstück mit dem Manometer verband, war aus Kautschuk, weshalb genau darauf geachtet wurde, dass die Kautschukröhre während des Versuchs ebenso wie bei Bestimmung des Nullpunktes eine unveränderte Stellung zum Manometer einnahm, was dadurch erreicht wurde, dass das mit einem Lothe versehene Manometer stets genau vertical, die Kautschukröhre aber stets horizontal in einer Ebene mit der

1) Noll a. a. O. S. 62.

11	46	10	„	„	„
12	46	10	„	„	„
13	46	10	„	„	„
14	46	10	„	„	„
15	46	10	„	„	„
16	46	10	„	„	„
17	46	10	„	„	„
18	46	10	„	„	„
19	46	10	„	„	„
20	46	10	„	„	„
21	46	10	„	„	„
22	46	10	„	„	„
23	46	10	„	„	„
24	46	10	„	„	„
25	46	10	„	„	„
26	46	10	„	„	„
27	46	10	„	„	„
28	46	10	„	„	„
29	46	10	„	„	„
30	46	10	„	„	„
31	46	10	„	„	„
32	46	10	„	„	„
33	46	10	„	„	„
34	46	10	„	„	„
35	46	10	„	„	„
36	46	10	„	„	„
37	46	10	„	„	„
38	46	10	„	„	„
39	46	10	„	„	„
40	46	10	„	„	„
41	46	10	„	„	„
42	46	10	„	„	„
43	46	10	„	„	„
44	46	10	„	„	„
45	46	10	„	„	„
46	46	10	„	„	„
47	46	10	„	„	„
48	46	10	„	„	„
49	46	10	„	„	„
50	46	10	„	„	„
51	46	10	„	„	„
52	46	10	„	„	„
53	46	10	„	„	„
54	46	10	„	„	„
55	46	10	„	„	„
56	46	10	„	„	„
57	46	10	„	„	„
58	46	10	„	„	„
59	46	10	„	„	„
60	46	10	„	„	„

Experiment III. Gewicht des Füllens 225 Pfd. Doppelter trunc. trach. dexter. Injection von 3 5 Tinct. opii vor Blosslegung des Lymphgefässes, und eines gleichen Quantums nach Einfügung der dreischenkligen Kanüle. Das Glasrohr war vollständig gefüllt, daher

um 10^h 14^m Stand d. Flüssigk. 200 mm. Nach Oeffnung des Hah-

14,7"	185	„	„	„	„
15,8"	172	„	„	„	„
16,5"	190	„	„	„	„
	188	„	„	„	„
	182	„	„	„	„

Erhält sich trotz starker Bewegungen auf diesem Stande.

um 10 ^h 17"	Stand d. Flüssigk. 124 mm.	Haltsich bei ruhigem Ath-	
		men auf diesem Stande.	
" "	17,2"	"	122 „ Trotz einer starken Bewe-
			gung des Thieres sinkt sie.
		"	119 „
" "	17,7"	"	118 „
" "	18"	"	116 „ Mit gering. Schwankung.
" "	18,5"	"	110 „
" "	18,8"	"	108 „ Erhält sich auf diesem
			Stand trotz der Bewe-
			gungen des Thieres.
" "	19,1"	"	106 „
" "	19,8"	"	103 „ Nach einer kräftigen Be-
			wegung des Thieres.
" "	20,1"	"	102 „
" "	20,5"	"	100 „ Nach e. Bewegung d. Thieres.
" "	20,6"	"	99 „
" "	20,8"	"	97 „
" "	20,1"	"	96 „
" "	21,4"	"	95 „
" "	21,6"	"	94 „
" "	23,4"	"	90 „
" "	23,8"	"	89 „
" "	24,2"	"	86 „
" "	24,4"	"	88 „ Nach einer Bewegung.
" "	24,6"	"	86 „
" "	24,7"	"	89 „ Nach einer Bewegung.
" "	25,3"	"	86 „
" "	25,5"	"	88 „ Nach einer Bewegung.
" "	25,6"	"	86 „
" "	26,2"	"	86 „ Trotz einer Bewegung.
" "	26,5"	"	85 „

um 10 ^h	26,7"	Stand d. Flüssigk.	90 mm.	Nach einer Bewegung.
" "	26,8"	"	88	"
" "	27,5"	"	87	"
" "	28,3"	"	95	" Nach einer Bewegung.
" "	28,7"	"	14	"
" "	29"	"	100	" Nach einer Bewegung.
" "	29,4"	"	104	" Nach aberm. Bewegung.
" "	29,7"	"	102	"
" "	29,8"	"	104	" Nach einer Bewegung.
" "	30,2"	"	105	"
" "	31"	"	110	" Nach einer Bewegung.
" "	31,2"	"	109	"
" "	31,3"	"	109	" Trotz einer Bewegung.
" "	31,4"	"	108	"
" "	31,6"	"	106	"
" "	31,8"	"	107	" Nach einer Bewegung.
" "	32,4"	"	105	" Nach einer Bewegung.
" "	32,9"	"	104	"
" "	33,2"	"	102	"
" "	33,6"	"	90	" Nach einer Bewegung.
" "	33,8"	"	92	"
" "	34,3"	"	90	"
" "	34,5"	"	89	" Nach einer Bewegung.
" "	35"	"	88	"
" "	35,4"	"	87	"
" "	35,5"	"	86	"
" "	35,7"	"	85	"
" "	36"	"	85	" Trotz einer Bewegung.
" "	36"	"	84	"
" "		"	85	"
" "	36,2"	"	86	" Nach einer Bewegung.
" "	36,4"	"	85	" Nach einer Bewegung.

um 10 ^h 36,5"	Stand d. Flüssigk.	83 mm.	"	"	"
" " 37"	"	80 "	"	"	"
" " 37,3"	"	78 "	"	"	"
" " 37,4"	"	76 "	"	"	"
" " 37,5"	"	75 "	"	"	"
" " 37,7"	"	74 "	"	"	"
" " 38,1"	"	72 "	"	Nach einer Bewegung.	"
" " 38,4"	"	78 "	"	Nach einer Bewegung.	"
" " 38,5"	"	74 "	"	"	"
" " 38,7"	"	75 "	"	"	"
" " 38,9"	"	74 "	"	"	"
" " 39,4"	"	75 "	"	"	"
" " 40,2"	"	74 "	"	"	"
" " 40,8"	"	73 "	"	"	"
" " 41"	"	72 "	"	"	"
" " 41,8"	"	71 "	"	"	"
" " 41,7"	"	70 "	"	"	"
" " 42,1"	"	71 "	"	Nach einer Bewegung.	"
" " 42,5"	"	69 "	"	"	"
" " 43,2"	"	68 "	"	"	"
" " 43,7"	"	67 "	"	Bei einer kleinen Bewegung.	"
" " 43,9"	"	66 "	"	"	"
" " 44,2"	"	65 "	"	"	"
" " 45,3"	"	65 "	"	Trotz einer Bewegung.	"
Bei einer abermaligen Bewegung wurde die Kanüle vom Manometer losgerissen. Dass das Dymphrohr durchgängig war, wird hinreichend durch die Ergebnisse des gleich darauf angestellten folgenden Versuches erwiesen. Das Manometer wurde, nachdem der Nullpunkt bestimmt worden war, neu eingeführt.					
um 10 ^h 50,3"	Stand d. Flüssigk.	60 mm.	"	"	"
" " 50,7"	"	64 "	"	"	"

um 10 ^h 50,5"	Stand d. Flüssigk. 12 mm	Nach einer heftigen Bewegung; von da an kleine Schwankungen, die mit den Respirationsbewegungen zusammenfallen.
" " 51,7"	"	"
" " 51,8"	"	Nach einer Bewegung.
" " 52,7"	"	Eine abermalige Bewegung.
" " 54,3"	"	"
" " 54,5"	"	"
" " 55,1"	"	Nach einer Bewegung.
" " 55,5"	"	Nach einer Bewegung.
" " 55,7"	"	"
" " 55,8"	"	"
" " 56"	"	"
" " 56,7"	"	Nach einer Bewegung.
" " 57,1"	"	Nach einer Bewegung.
" " 57,4"	"	"
" " 58,4"	"	"
" " 57,8"	"	Nach einer Bewegung.
" " 59,2"	"	"
" " 59,4"	"	Trotz einer Bewegung.
" " 59,5"	"	"
" 11 ^h 0,2"	"	Bei einer Bewegung.
" " 0,4"	"	Bei einer abermaligen Bewegung.
" 11 ^h 0,7"	"	Bei einer abermaligen Bewegung.

nm 11 ² 2,2"	Stand d. Flüssigk.	33 mm.	Nach einer abermaligen Bewegung.
" " 2,7"	"	32 "	"
" " 3,3"	"	32 "	Trotz einer Bewegung.
" " 3,4"	"	30 "	"
" " 3,6"	"	29 "	"
" " 3,7"	"	28 "	"
" " 3,9"	"	29 "	"
" " 4,2"	"	30 "	"
" " 5"	"	31 "	"
" " 5,2"	"	35 "	Bei einer Bewegung.
" " 5,8"	"	37 "	Bei einer starken Beweg.
" " 5,9"	"	36 "	"
" " 6"	"	35 "	"
" " 6,2"	"	38 "	Nach einer Bewegung.
" " 6,4"	"	35 "	"
" " 6,6"	"	34 "	"
" " 6,8"	"	33 "	"
" " 7"	"	32 "	"
" " 7,3"	"	31 "	"
" " 7,9"	"	36 "	Nach einer Bewegung.
" " 8,7"	"	36 "	"
" " 8,8"	"	37 "	"
" " 9"	"	38 "	"
" " 9,2"	"	39 "	"
" " 9,3"	"	40 "	"
" " 9,7"	"	41 "	"
" " 10,7"	"	40 — 41 mm.	"
" " 11,9"	"	41 mm.	"
" " 12,2"	"	44 "	Nach einer Bewegung.
" " 12,5"	"	47 "	Nach einer abermaligen Bewegung.

um 10 ^h	12,8"	Stand d. Flüssigk.	45 mm.	
" "	13"	"	44 "	
" "	13,4"	"	46 "	
" "	13,9"	"	52 "	Nach einer Bewegung fällt allmählig.
" "	14,2"	"	49 "	
" "	14,5"	"	40 "	
" "	14,8"	"	37 "	
" "	15,1"	"	43 "	
" "	15,2"	"	44 "	
" "	15,6"	"	49 "	
" "	15,7"	"	50 "	
" "	15,8"	"	51 "	
" "	15,9"	"	52 "	
" "	16"	"	45 "	Nach einer heftigen Beweg.
" "	16,2"	"	43 "	
" "	16,4"	"	40 "	
" "	16,5"	"	39 "	
" "	16,8"	"	38 "	
" "	17,2"	"	36 "	
" "	17,5"	"	36 "	
" "	18,7"	"	35 "	Trotz einer Bewegung In Folge einer abermaligen Bewegung wurde die Kanüle herausgerissen.

Experiment IV. Füllen von 260 Pfd. Chloroform. Das Thier im Ganzen unruhig. Trachea trach. dexter doppelt. Um 1^h 34" Stand d. Flüssigk. 0 mm. Nach Eröffnung des Hahns

" "	34,8"	"	1 "	Millimeter.
" "	35,5"	"	3 "	
" "	36"	"	6 "	

um 1 ^h 36,5"	Stand d. Flüssigk. 9 mm.		
" " 38"	"	10 "	
" " 38,8"	"	11 "	
" " 39"	"	10 "	
" " 39,5"	"	12 "	} Nach tiefen Athemzügen.
" " 40"	"	15 "	
" " 40,4"	"	19 "	
" " 41"	"	21 "	
" " 41,5"	"	22 "	
" " 41,8"	"	26 "	
" " 42,6"	"	29 "	Nach einer Bewegung.
" " 43"	"	33 "	" "
" " 43,4"	"	34 "	" "
" " 43,8"	"	37 "	" "
" " 44,2"	"	39 "	" "
" " 44,7"	"	68 "	" "
" " 45,3"	"	62 "	" "

Die Beobachtungen werden wegen zu grosser Unruhe des Thieres aufgegeben.

Experiment V. Füllen von 230 Pfd. Chloroform. Einfacher trunc. trach. dexter.

Um 12 ^h 30"	Stand d. Flüssigk. 0 mm.		
" " 30,8"	"	2 "	
" " 31"	"	4 "	
" " 32,5"	"	7 "	
" " 32,7"	"	8 "	
" " 32,8"	"	42 "	Nach einer Bewegung.
" " 33"	"	37 "	
" " 33,2"	"	33 "	
" " 33,3"	"	31 "	
" " 33,4"	"	29 "	
" " 33,8"	"	28 "	

um 12^h 33,9" Stand d. Flüssigk. 27 mm.

" "	34 "	"	26	"
" "	34,4 "	"	25	"
" "	34,5 "	"	24	"
" "	34,8 "	"	19	"
" "	34,9 "	"	17	"
" "	35,2 "	"	16	"
" "	35,5 "	"	14	"
" "	35,7 "	"	12	"
" "	36 "	"	11	"
" "	36,2 "	"	42	" Nach einer Bewegung.
" "	36,3 "	"	46	"
" "	36,4 "	"	47	"
" "	36,5 "	"	51	"
" "	36,8 "	"	47	"
" "	37 "	"	72	" Nach einer Bewegung.
" "	37,2 "	"	71	"
" "	37,3 "	"	69	"
" "	37,5 "	"	66	"
" "	37,8 "	"	59	"
" "	37,9 "	"	58	"
" "	38 "	"	56	"
" "	38,3 "	"	54	"
" "	38,6 "	"	53	"
" "	39 "	"	51	" Die Kanüle wurde durch eine heftige Bewegung des Thieres herausgerissen.

Neue Beobachtungsreihe:

Um 12^h 59,5 " Stand d. Flüssigk. 0 mm.

" "	59,7 "	"	2	"
-----	--------	---	---	---

um 12 ^h 59,9"	Stand d. Flüssigk.	3	"	Es zeigen sich ganz kleine Schwankungen und zwar ein geringes Sinken während der Inspiration, ein geringes Steigen während der Expiration.
" 1 ^h 1"	"	3	"	
" " 2"	"	4	"	
" " 2,1"	"	10	"	Nach einer Bewegung.
" " 2,2"	"	12	"	
" " 2,3"	"	13	"	
" " 2,6"	"	11	"	
" " 2,8"	"	10	"	
" " 3,9"	"	9	"	
" " 4,5"	"	12	"	
" " 4,6"	"	13	"	
" " 5"	"	16	"	
" " 6,3"	"	17	"	
" " 5,8"	"	16	;	
" " 6"	"	15	"	

Experiment VI. Hund von 72,5 Pfd. Trunc. trach. dexter. Injection von 3ij Tinct. op. simp. in die Jug. dext. Das Instrument mit Natronlösung gefüllt eingeführt.

Um 9^h 50" Stand d. Flüssigk. bis 140mm. Sinkt sehr rasch und zwar namentlich während der Inspiration, zur Zeit der Expiration dagegen weniger, oder steht bisweilen selbst momentan still. Willkürliche Bewegungen fanden gar nicht statt.

um 9^h 51" Stand d. Flüssigk. 30 mm.

" " " "	20	"	
" " " "	13	"	
" " " "	12	"	
" " " "	09	"	
" " " "	11	"	
" " " "	11	"	Trotz einer Bewegung des Thieres.
" " 52"	18	"	
" " 53"	16	"	
" " "	28	"	
" " "	21	"	
" " "	21 — 22	"	Bei sehr heftigen Bewegungen.
" " 53,8"	12	mm.	
" " 54,2"	14	"	Der Versuch musste, da das Thier dem Verenden nahe schien, abgebrochen werden.

Experiment VII. Hund von mittlerer Grösse. 5jß Opiumtinctur. Das Instrument wurde eingeführt gefüllt mit kohlensaurer Natronlösung, von 1080 spec. Gew.

Um 10^h 18,2" Stand d. Flüssigk. 145 mm. Nach Eröffnung des Hahns erfolgt das Sinken in derselben Weise, wie bei Exp. VI.

" " 19,3"	"	54	"
" " 19,9"	"	36	"
" " 20,8"	"	6	"
" " 21"	"	5	"
" " 22,7"	"	7	"
" " 23"	"	9	"

um 10 ^h 24 "	Stand d. Flüssigk.	11 mm.	Während tiefe Inspira-
" "	27,2"	10 "	tationen gemacht wurden,
" "	27,8"	9 "	aber bei sonst ruhigem
" "	29,5"	7 "	Verhalten. Zugleich
" "	30,8"	8 "	bemerkt man kleine
" "	31,8"	10 "	Schwankungen an der
" "	32 "	11 "	Oberfläche der Lösung.
" "	32,2"	12 "	
" "	33 "	13 "	
" "	33,2"	14 "	
" "	34 "	17 "	Bei einer Bewegung des
" "	34,2"	18 "	Thieres.
" "	34,5"	19 "	
" "	34,6"	20 "	
" "	34,8"	21 "	
" "	35 "	20 "	Geringe Schwankungen un-
" "	41 "	20 "	ter und über 20. Ein gerin-
" "	49 "	20 "	ges Steigen während der Ex-
" "	51 "	19,5 "	piration, und geringes
" "	52 "	20 "	Sinken bei der Inspiration.
" "	52,8"	20 "	Trotz einer Bewegung.
" "	54,5"	20,5 "	
" "	59,7"	21 "	
" "	55 "	20 "	

Aus den angeführten Beobachtungsreihen ergibt sich zunächst, dass selbst da, wo die Thiere mit Ausnahme der Respirationsbewegungen ganz regungslos dalagen, also von aussen her kein nachweisbarer Druck auf das Lymphrohr einwirkte, die Lymphbewegung continuirlich fort dauerte, und dass der unter solchen Verhältnissen beobachtete Seitendruck für den trünb. trachealis dexter der Füllen im Mittel 10—20 mm. einer Natronlösung von 1080 spec. Gewicht gleichkommt. Bei Hunden haben sowohl Noll's (Versuche 4), als auch die unsrigen nahe zu gleiche Werthe ergeben. Nach unseren Versuchen schwankt nämlich der Seitendruck zwischen 5—20 mm., während Noll aus seinen Experimenten einen mittleren Seitendruck von 8—18 mm. berechnet. Allerdings hat Noll es unterlassen, die Concentration der angewandten Natronlösung anzugeben, weshalb keine ganz genauen Vergleiche zwischen den von ihm und uns gefundenen Resultaten angestellt werden können. Da indess schon eine bedeutende Differenz in den spec. Gewichten der benutzten Natronlösung dazu gehören würde, um bei dem niedrigen Stande der Natronsäule, mit dem wir es hier zu thun haben, einen Unterschied von einem Millimeter hervorzurufen, so dürfen, da es sich hier überhaupt nur um approximative Bestimmungen handeln kann, unsere Werthe mit den von Noll gefundenen verglichen werden. Streng genommen findet der im Lymphgefäss vorhandene Seitendruck in der von uns angegebenen Erhebung der Natronsäule über den ursprünglichen Nullpunkt noch nicht ein adäquates Maass, sondern es musste noch berücksichtigt werden, dass der Nullpunkt des Manometers in dem Maasse herunterrückt, als durch den horizontalen Ast desselben eine spec. leichtere Flüssigkeit hineintritt. Mit einem solchen Falle aber haben wir es hier zu thun, da die Lymphe ein spec. Gewicht von 1015 hat, während das der angewandten

1) Noll a. a. O. S. 77.

Natronlösung 1080 betrug. Demnach müsste also hier der Seitendruck nach der bekannten Formel $D = 2x - \frac{x}{y}$ berechnet werden ¹⁾, wo D den Druck, x die Erhebung der Natronsäule über den ursprünglichen Nullpunkt bezeichnet, und y dem specifischen Gewicht der Lymphe, dividirt durch das specifische Gewicht der Natronlösung, gleich ist. Wegen der zu geringen Differenz zwischen den spec. Gewichten der Lymphe und der Natronlösung kann aber diese eben angedeutete genauere Berechnung des Seitendrucks aus den beobachteten Höhen der Natronsäule unterbleiben. Es mag genügen, an einem Beispiele zu zeigen, wie unbedeutend der Fehler ist, den man begeht, wenn man bei unseren Versuchen den Seitendruck einfach durch die Elevation der Natronsäule über den ursprünglichen Nullpunkt misst. Wird das specifische Gewicht der Lymphe = 1015, der beobachtete Stand der Natronsäule von 1080 specifischem Gewicht = 10 mm. gesetzt, so ergibt sich nach der Formel $D = 2x - \frac{x}{y}$ die Gleichung $D = 20 - \frac{1015 \cdot 10}{1080} = 20 - 9,39 = 10,61$. Die Differenz würde demnach in diesem Falle nur 0,81 mm. der kohlensauren Natronlösung betragen. Dazu kommt, dass diese Formel nur dann volle Gültigkeit hat, wenn sich die beiden im Manometer enthaltenen Fluida nicht mit einander mischen, wie dies z. B. bei einem mit Natronlösung und Quecksilber gefüllten Manometer der Fall ist, während bei unseren Versuchen jener Bedingung nicht Genüge geleistet wird, so dass für diese der Seitendruck respect. der veränderte Nullpunkt mit Hilfe obiger Formel nur approximativ würde gefunden werden. Ferner geht, wie aus Noll's Versuchen so auch aus den unsrigen, mit Evidenz hervor, dass der Mechanismus der Respiration auf die Druckverhältnisse in den Lymphgefäßen einen mehr oder weniger bedeutenden Einfluss ausübt. So bemerkt man in Exp. II.

1) Volkmann. Hämodynamik. Leipzig 1850. S. 133.

11^b 47,2", Experim. VII. 10^b 24" nach tiefer Inspiration ein bedeutendes Sinken der Natronsäule; desgleichen in Experim. V. 1^a 1", Experim. VII. 10^b 24" und Experim. VII. 10^b 41" kleine Schwankungen, die den Respirationsbewegungen entsprechen, und zwar ein schwaches Steigen während der Expiration, ein Sinken während der Inspiration, und endlich im Anfange der Experimente VI. und VII. ein ungleiches Sinken der Natronsäule während der Inspirationen und Expirationen, so zwar, dass bei den ersteren die Säule rascher fällt, zur Zeit der letzteren entweder langsamer sinkt oder selbst momentan still steht.

Was nun die Erklärung dieser Erscheinungen betrifft, so müssen wir Noll darin beistimmen, dass dieselben nicht als durch Contraction der Halsmuskeln zu Stande gekommen angesehen werden dürfen ¹⁾, da einerseits das Steigen der Natronsäule ebenfalls durch Volumverminderung der Thoraxhöhle mittelst Compression der Brust oder des Bauches hervorgerufen oder erhöht werden kann, während andererseits Respirationsbewegungen der Halsmuskeln, wie alle Muskelcontractionen, durch welche ein Druck auf die Lymphgefäße ausgeübt wird, nicht eine Verminderung, sondern eine Erhöhung des Seitendruckes zur Folge haben würden. Daher kommt es, dass mitunter gerade während tiefer Inspirationen der Seitendruck, anstatt herabgesetzt zu werden, gesteigert wird (Exp. IV. 1^b 39,5"). Hier haben offenbar Respirationsbewegungen der Halsmuskeln stattgefunden, so dass, während einerseits die Inspiration eine Adspiration der Lymphe nach der Thoraxhöhle bewirkte und dadurch den Seitendruck verminderte, gleichzeitig durch die Contractionen der Halsmuskeln der Seitendruck in dem Grade erhöht wurde, dass die erstere Einwirkung der Inspiration auf die Druckverhältnisse im Lymphrohr verdeckt wurde. Es ist

1) Noll a. a. O. S. 20.

somit unzweifelhaft, dass die angeführten mit den Respirationsbewegungen parallel gehenden Schwankungen des Druckes, unter dem die Lymphe in den Lymphgefässen steht, nicht von äusserem Drucke, sondern von Modificationen abzuleiten sind, welche der Blutdruck in den die Lymphgefässe aufnehmenden Venen durch den Mechanismus des Athemholens erfährt. Obgleich nun eine genauere, directen Messungen entnommene Kenntniss der Druckverhältnisse in den uns hier interessirenden Venen (Vena subclav., Ven. jug. comm., V. cava anter.) bis jetzt noch fehlt, so lässt sich jetzt doch schon soviel behaupten, dass jedenfalls die Ansicht Noll's irrthümlich ist, nach welcher die Inspiration auf die Lymphsäule keine Adspiration ausüben, sondern die Respiration bloß den Einfluss auf den Lymphstrom haben soll, dass sie der In- und Expiration entsprechende Schwankungen bewirke, deren zu Stande kommen sich Noll folgender Weise denkt ¹⁾. Das Steigen der Säule, sagt er, find bei der Expiration statt, und mag sowohl auf Rechnung der stätig wirkenden vis a tergo zu bringen sein, als auch der eigenthümlichen Art, wie durch den in der Ven. subclav. bei der Expiration erhöhten Seitendruck das Lymphgefäss an seiner Einmündungsstelle zum Verschluss kommt. Das Sinken erfolgte darin bei der Inspiration durch Verminderung des Widerstandes in dem Venenrohr. Noll meint nämlich, dass die adspirirende Wirkung überhaupt nur bei Röhren, die fester sind, als die Lymphgefässe, zu Stande kommen könne, und führt gegen die Annahme eines „negativen Druckes“ an der Einmündungsstelle des Lymphgefässes in die Venen den Umstand an, dass, falls ein solcher vorkäme, die Natronsäule unter den Nullpunkt hätte fallen müssen. Nun ist aber nicht abzusehen, warum auf den Inhalt eines mit dünnen Wandungen versehenen Gefässrohres

1) Noll a. a. O. S. 79—80.

die Adspiration nicht ebenso gut sollte einwirken können, als wenn derselbe von festeren Wandungen umschlossen wird. Dass während der Inspiration die Natronsäule nicht unter den Nullpunkt sinkt, hat seinen Grund darin, dass hier die Wirkung der *vis a tergo* die der Adspiration überwiegt, und was zur Zeit der Inspiration messen, ist eben die Differenz zwischen beiden. Würden wir den Druckmesser recht nahe an der Einmündungsstelle des Lymphgefässes einführen, so würde unzweifelhaft mitunter das Umgekehrte stattfinden, nämlich ein Ueberwiegen der Adspiration über die *vis a tergo*; mithin ein negativer Druck. Dies hat, wie wir später sehen werden, die Beobachtung für den *duct. thorac.* bereits bestätigt. Es ist bekannt, dass die Bedeutung der Respiration für den Blutstrom in grossen Venen, namentlich von Volkmann ¹⁾, eine ähnliche Interpretation erfahren hat, als die ist, welche Noth dem Respirationsmechanismus für den Lymphstrom vindicirt. Nach der meisterhaften Auseinandersetzung aber, welche Donders ²⁾ von den während des Athmens vor sich gehenden Veränderungen in den Spannungsverhältnissen der in den Lungen vorhandenen Luft und dem Einflusse derselben auf den Blutstrom in den Venen gegeben hat, unterliegt es keinem Zweifel, dass beim gewöhnlichen Athmen das Blut sowohl während des Einathmens als auch während des Ausathmens nach der Brusthöhle adspirirt, beim tiefen Inspiriren stark angezogen, und nur beim stärksten Ausathmen aus der Brusthöhle hinausgepresst wird. Da nun die Lymphgefässe Anhängsel der Venen sind, so hat der Respirationsmechanismus auf den Lymphstrom qualitativ denselben Einfluss, wie auf den Blutstrom (in den Venen). Wenn wir die erwähnte Bedeutung der Respiration auf die Blutbewegung in

1) a. a. O. S. 317 — 319.

2) Physiologie des Menschen. Zweite Auflage. Leipzig 1859. §§. 143 u. 54.

den Venen nach Analogie auch auf den Lymphstrom übertragen, so kann dies nur für diejenigen Lymphstämme gemeint sein, welche unmittelbar in die Venen einmünden. Obgleich nun der trunc. trach. dext. zu den letzteren gehört, so kommt es doch auch mitunter vor, dass er in den duct. thorac. übergeht, wodurch der Einfluss der Athembewegungen auf den Lymphstrom in dem rechten Halslymphstamm in einer Weise verändert wird, die bei der Untersuchung der hydraulischen Verhältnisse im duct. thorac. erörtert werden soll.

Aus dem Angeführten ergibt sich demnach, dass der bei Abwesenheit äusseren Druckes gemessene Seitendruck an dem Halslymphstamm in der Mehrzahl der Fälle, und namentlich beim ruhigen Athmen, das Produkt aus der vis a tergo, den Widerständen und der durch den Respirationsmechanismus bewirkten Adspiration ist, und dass der Seitendruck hier geringer sein muss, als es da der Fall ist, wo der letztere Factor wegfällt. Da endlich bei Einführung eines Haemodynamometers in das centrale Ende der Jugularis von Poiseuille und Magendie¹⁾ während verstärkter Respiration der negative Druck beim Einathmen meist grösser gefunden wurde, als der positive beim Ausathmen, so übt selbst in diesem Falle die Respiration einen begünstigenden Einfluss auf die Blutbewegung, somit auch auf den Lymphstrom aus. Mithin darf behauptet werden, dass nicht allein beim ruhigen Athmen, sondern auch bei verstärkter Respiration die Strömung der Lymphe durch die Respirationsbewegungen gefördert wird.

Dass Muskelcontractionen, durch welche ein Druck auf die Lymphgefässe ausgeübt wird, wegen Anwesenheit der Klappen

1) Donders a. a. O. S. 152.

zu einer auxiliären Kraft für den Lymphstrom werden, ist längst anerkannt. Es werde nur noch hervorgehoben, dass durch diese auxiliäre Kraft nicht bloss die momentane Weiterbewegung der Lymphe befördert, sondern auch, wegen Beseitigung von Widerständen durch Entleerung eines Theils der Lymphgefässe, der Eintritt neuer Lymphmengen in die letzteren erleichtert wird. Es nimmt somit die mittlere Quantität der Lymphbewegung, d. h. das Produkt aus der bewegten Masse in die Geschwindigkeit, in Folge der Muskelactionen verschiedener Körperteile zu. Uebereinstimmend hiermit ist, dass beim Auffangen der Lymphe aus einem geöffneten Lymphgefässe die mittlere Ausflussmenge mit den Bewegungen des Thieres wächst, während, wenn die Bewegungen nur eine momentane Beschleunigung zur Folge hätten, mit ihrem Nachlasse eine Retardation eintreten müsste, welche der vorangehenden Acceleration das Gleichgewicht halten würde. Dass der Seitendruck, wenn eine Erhöhung desselben durch eine Bewegung des Thieres eingetreten ist, sehr langsam abnimmt (Exp. VI. 12^h 32,8"), sowie, dass da, wo heftige Bewegungen erfolgten, die Natronsäule längere Zeit eine Höhe zeigt, die den von der vis a tergo abzuleitenden Seitendruck weit überragt, sind Erscheinungen, die nach dem Angeführten damit in Zusammenhang gebracht werden müssen, dass die mittlere Quantität der Bewegung durch die Wirkung der auxiliären Kraft vergrössert wurde, obgleich nicht geläugnet werden kann, dass die Erhöhung des Seitendruckes wenigstens theilweise durch die gleichzeitig hervorgerufenen Veränderungen in den Druckverhältnissen der die Lymphgefässe aufnehmenden Venen bedingt sein mag.

Zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit stehen zwei Wege offen. Man bedient sich dazu entweder eines Apparates, mittelst dessen direkt die Strömungsgeschwindigkeit gemessen wird, z. B. des Volkmannschen Hämodromometers, oder man bestimmt die in einer gegebenen Zeit aus einem durchschnittenen Lymphgefäß durch eine eingeführte Ausflussröhre von bestimmtem Durchmesser ausfliessende Lymphmenge, und berechnet daraus die Geschwindigkeit.

In Betracht der Anwendung des Hämodromometers, ist zu bemerken, dass mittelst desselben wegen Setzung neuer Hindernisse stets eine Strömungsgeschwindigkeit für das Lymphgefäss gefunden wird, welche kleiner, als die normale ist. Bei Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit durch Auffangen der ausfliessenden Lymphmenge wird dagegen die Berechnung eine zu grosse Geschwindigkeit ergeben; weil auch nach Einbinden einer dem Lumen des Lymphgefässes möglichst entsprechenden Röhre die Hindernisse geringer geworden sein müssen. An derselben Stelle nämlich, wo wir vor der Durchschneidung des Lymphgefässes einen Seitendruck von 10—20 mm. der Natronlösung und unter Umständen noch mehr fanden, wird, wenn

die Lymphe mittelst einer Kanüle aufgefangen wird, der Seitendruck höchst unbedeutend sein, da er am freien Ende der Kanüle = 0 ist. Es scheint somit gerathen, sich beider Methoden zu bedienen, um eine Ausgleichung der von jeder derselben unzertrennlichen Fehler herbeizuführen. Das Letztere wird um so sicherer geschehen, je geringer die Differenz der auf den beiden genannten Wegen gefundenen Werthe ist. Der Wunsch, den normalen Verhältnissen möglichst nahe zu kommen, war es, der uns veranlasste, beide Methoden anzuwenden. Indessen war bald eine Nöthigung vorhanden, die Application des Hämodromometers aufzugeben und lediglich die aus einer eingeführten Röhre ausfliessenden Lymphmengen aufzufangen. Die Benutzung des Hämodromometers im Gebiete des Lymphsystems gewährt zwar den Vortheil, dass die Lymphstämme, namentlich wenn man näher zu den Ursprüngen derselben experimentirt, mit ihren Wurzeln ziemlich geschlossene Gebiete bilden, wodurch ein grosser Theil der Lymphe, für deren Weiterbewegung die Hindernisse durch Einführung des Hämodromometers wachsen, auf collateralen Bahnen zu entweichen verhindert ist, anstatt das Hämodromometer zu passiren. Man würde daher von diesem Gesichtspunkte aus bei der Bestimmung der in einer gewissen Zeit fortbewegten Flüssigkeitsmenge für ein Lymphgefäss, worauf eigentlich alle Messungen der Strömungsgeschwindigkeit abzielen, hier ein genaueres Resultat erhalten müssen, als bei den Blutgefässen. Nichts desto weniger ist diese Methode für die Lymphgefässe nicht brauchbar, weil die Lymphe wegen der im Verhältniss zur *vis a tergo* bedeutenden, durch die Untersuchungsmethode gesetzten Hindernisse oft kürzere oder längere Zeit in der Hämodromometerrohre stille steht, um erst bei Bewegungen des Thieres im raschen Laufe dieselbe zu durchmessen. Die ungleichmässige Strömung der Lymphe in der Hämodromometerrohre ist es also hauptsächlich, welche diese Methode zu einer sehr ungenauen macht.

Dazu kommt nach, dass die eintretende Lymphe sich häufig mit der in der Glasröhre enthaltenen Flüssigkeit in einer Weise mischt, die eine genaue Bestimmung der Stelle, bis zu welcher die Lymphe innerhalb einer bestimmten Zeit vorgedrungen ist, unmöglich macht. Was die von uns auf dem anderen Wege gefundenen Resultate anlangt, so muss bemerkt werden, dass der Werth derselben nicht wenig dadurch herabgesetzt wird, dass die Experimente mit mehr oder weniger unruhigen Thieren stattfanden. Hierdurch waren wir verhindert, auf jeden der Faktoren, die auf die Ausflussmengen einen Einfluss haben, nach Belieben einzuwirken, um die Bedeutung desselben experimentell nachzuweisen. Dennoch sollen die unter verschiedenen Verhältnissen gewonnenen Ausflussmengen angegeben werden, weil dieselben trotz des erwähnten Uebelstandes sowohl zu einer approximativen Bestimmung der von einem bestimmten Körperteile innerhalb einer gewissen Zeit dem Blute zugeführten Lymphmenge dienen können, als auch für eine Theorie der Lymphbewegung nicht ohne Werth zu sein scheinen. Indess ist das Bedauern auszusprechen, dass die Experimente über diesen Gegenstand nicht an einer grössern Anzahl von Thieren, und namentlich nicht an Hunden angestellt werden konnten, wodurch ohne Zweifel die Beweiskraft der bisherigen Versuche erhöht worden wäre.

a. Versuche mit dem Hämodromometer.

Zu den nachstehenden Versuchen wurde ein Hämodromometer von 580 mm. Länge und 2,68 □ mm. im Lichten angewendet. Um den Querschnitt möglichst genau zu bestimmen, wurde zunächst eine bestimmte Strecke der Hämodromometerrohre mit Quecksilber gefüllt, alsdann das Gewicht und Volumen der Quecksilbersäule bestimmt, und endlich der Querschnitt der Glasröhre durch Division der Länge der Quecksilbersäule

in das Volumen derselben gefunden. Zur Markirung der eintretenden hellen und klaren Lymphe wurde das Hämodromometer vor dem Versuche bald mit Milch, bald mit einer ammoniakalischen Carminlösung, in beiden Fällen mit einem Zusatz von kohlensaurem Natron, gefüllt.

I. Experiment. Bei einem durch Opium narcotisirten Füllen von circa 220 Pfd. wurde ein mit Milch gefülltes Hämodromometer ungefähr in der Mitte des in diesem Falle einfachen truncus trachealis dexter applicirt. Nach Eröffnung des Hahnes legte die Lymphe, die sich hier ziemlich scharf von der Milch abgrenzte, innerhalb 5 Secund. einen Weg von 20 mm. in dem Hämodromometer zurück. Die Zeit wurde bestimmt durch Zählen der hörbaren Schläge eines Chronometers, welches halbe Secunden angab, so dass, da der Hahn des Hämodromometers beim ersten Schläge geöffnet worden war, mit dem 11ten Schläge die Zeit von 5 Secunden abgelaufen war.

Demnach ergibt dieser Versuch für das Hämodromometer von 2,68 □ mm. Lichtung eine Geschwindigkeit von 240 mm. pro Minute. Hiernach lässt sich die betreffende Ausflussmenge behufs einer Vergleichung mit den aufgefangenen Lymphmengen in folgender Weise berechnen. Das Volumen der in 1 Minute durch die Hämodromometerrohre fliessenden Lymphmenge beträgt $240 \times 2,68 = 643,2$ Cubik mm. Es fragt sich nun, wie gross das Gewicht der Lymphe sei, deren Volumen = 643,2 C. mm. ist. 643,2 C. mm. Wasser sind bei einer Temperatur von 18° C. (die approximativ als diejenige angenommen werden darf, welche bei allen hier erwähnten Versuchen stattfand) $= 643,2 \times 0,9976$ Mgrmm., da bei 18° C. 1 C. mm. Wasser = 0,9976 mgrmm. ist.

Setzt man nun das spec. Gewicht der Lymphe = 1015, so sind 643,2 C. mm. Lymphe $= 641,656 \times \frac{1015}{1000} = 651,28$ mgrmm. = 0,65 grmm. Die aus der gemessenen Geschwindigkeit be-

rechnete Ausflussmenge beträgt also in diesem Fall 0,65 gramm. pro Minute.

II. Experiment. Bei einem ebenfalls durch Injection von Tinctura opii in die rechte Jugularvene betäubten Füllen von 240 Pfd. wurde diesmal ein mit Carminlösung gefülltes Hämodrometer an den auch hier einfachen truncus trachealis dexter angesetzt. Als der Hahn so gedreht wurde, dass die Lymphe den Umweg durch die Hämodromometerröhre machen musste, verging einige Zeit, ehe die Lymphe in der Glasröhre sichtbar wurde; darauf bewegte sich dieselbe, während das Thier nicht völlig ruhig dalag, in 30 Secunden ruckweise um 115 mm. vorwärts, stand dann einen Augenblick still, und schoss während einer stärkeren Bewegung des Thieres gerade zu der Zeit, als der Apparat entfernt werden sollte, fast momentan über eine circa 100 mm. lange Strecke hin. Die wirklich gemessene Geschwindigkeit ist somit in diesem Falle = 230 mm. pro Minute; die hieraus in derselben Weise wie für Experiment I. berechnete Ausflussmenge beträgt 0,624 gramm. pro Minute.

b). Bestimmung der Ausflussmenge.

Es wurde auch hier die zur Messung des Seitendrucks benutzte dreischenkligte Kantele, deren Lumen einen Durchmesser von 1,5 mm. hatte, in das peripherische Ende des truncus trachealis dexter eingeführt, nachdem die Mündung des gegenüberliegenden Armes verschlossen worden war. Darauf wurde die Kantele mittelst Ligaturen an den benachbarten Parthien passend fixirt, und an den für das Manometer bestimmten Schenkel ein weiter Tubulus von etwa 3 mm. Durchmesser angesetzt. In den meisten Fällen wurden etwaige Coagula durch die nachrückende Lymphe fortgespült, und es veranlassten dieselben daher beim Auffangen der Lymphe keine Störung. Dagegen musste der Tubulus da, wo die Lymphproduction eine

geringere war, also namentlich bei Anwesenheit mehrerer Lymphstämme, von Zeit zu Zeit gereinigt werden, woraus für diese Fälle eine grössere Breite der Fehlerquellen erwuchs.

III. Experiment. Bei demselben Füllen von 240 Pfd., das zum zuletzt erwähnten Hämodromometerversuch (Exp. II.) benutzt wurde, erhielten wir:

- a) in 32 Minuten = 19,12 grmm., pro Minute = 0,59 grmm.
- b) in 31 Minuten = 27,952 grmm., pro Minute = 0,901 grmm.
- c) in 37 Minuten = 22,792 grmm., pro Minute = 0,58 grmm.

in 100 Minuten = 69,864 grmm., pro Minute = 0,698 grmm.

Das Füllen war, wie bereits erwähnt, durch Opium narcotisirt worden, und verhielt sich im Ganzen ziemlich ruhig. Aus der Ausflussmenge lässt sich die Geschwindigkeit berechnen, wobei natürlich wiederum eine Röhre von 2,68 □ mm. Querschnitt zu Grunde gelegt werden muss, wenn wir Vergleiche zwischen den auf verschiedenen Wegen gewonnenen Resultaten anstellen sollen. Aus dem, was im Eingange über die zu benutzenden Methoden gesagt worden ist, geht hervor, dass die Berechnung der Ausflussmenge aus der Strömungsgeschwindigkeit kleinere Werthe, das umgekehrte Verfahren dagegen grössere ergibt, als die sind, welche man durch die bezüglichen directen Versuche erhalten würde. Die angestellten Berechnungen können daher die betreffenden Versuche nicht vollständig ersetzen, und haben somit nur den Werth approximativer Bestimmungen.

Die in dem Versuche III. gefundene mittlere Ausflussmenge beträgt 0,698 grmm. pro Minute.

Wird das specifische Gewicht der Lymphe wieder = 1015 gesetzt, so ergibt sich das Volumen, welches 0,698 grmm. Lymphe bei 18° C. besitzen, auf folgende Weise: 1015 grmm. Lymphe haben bei 18° C. dasselbe Volumen, wie 1000 grmm. Wasser;

folglich sind 0,698 grm. Lymphe bei derselben Temperatur dem Volumen nach

$= \frac{0,698 \times 1000}{1015} = 0,682$ grm. Wasser. Bei 18° C. ist aber 0,9976 grmm. Wasser = 1 Cub. mm.; somit 0,682 grmm. = 682 $\frac{1}{1000}$ grmm. bei derselben Temperatur $= \frac{682}{0,9976}$ Cub. mm. = 683 Cub. mm.

Wird nun in diese 683 Cub. mm. der Querschnitt der Hamodromometerrohre, (= 2,68 \square mm.) dividirt, so erhält man als Geschwindigkeit 254 mm. pro Minute, entsprechend der Ausflussmenge von 0,698 grmm. pro Minute.

IV. Experiment. Füllen von 150 Pfd.

Injection von 6 Drachmen Tinctur, opii in die rechte Jugularvene. Das stark abgemagerte Thier war während des Auffangens der Lymphe sehr unruhig und starb einige Stunden nach dem Versuche in Folge des Meconismus.

Der truncus trachealis dexter war ein einfacher Stamm. Es wurden erhalten:

in 30 Minuten = 27,42 grmm.; pro Minute 0,914 grmm.

Die dieser Ausflussmenge entsprechende, berechnete Strömungsgeschwindigkeit beträgt 332,6 mm. pro Minute.

V. Experiment. Füllen von 210 Pfd., nicht narcotisirt.

Die Jugularvene blieb somit frei. An der rechten Seite der trachea zwei einander kreuzende, nahezu gleich starke Lymphstämme, von denen der eine zum Auffangen der Lymphe benutzt, der andere unversehrt gelassen wurde.

In 30 Min. wurden erhalten: 14,859 grmm. = 0,4753 in der Minute. Die entsprechende Strömungsgeschwindigkeit beträgt 180,1 mm. pro Minute.

VI. Experiment. Füllen von 280 Pfd. Chloroformnarcose; freie Vene. Der truncus trachealis dexter ein einfacher Stamm.

Es wurden erhalten:

- a) in 20 Min. = 19,71 grmm.; pro Min. = 0,98 grmm.
- b) in 21 Min. = 20,165 grmm.; pro Min. = 0,96 grmm.
- c) in 56 Min. = 42,998 grmm.; pro Min. = 0,76 grmm.
- d) in 35 Min. = 25,047 grmm.; pro Min. = 0,71 grmm.
- in 132 Min. = 107,92 grmm.; pro Min. = 0,817 grmm.

Dieser Ausflussmenge entspricht eine Geschwindigkeit von 297,1 mm. pro Minute.

VI. Experiment. Füllen von 220 Pfd. Chloroform-narcose. Der truncus trach. dexter wurde hier durch einen grossen, dicht an der carotis dextra befindlichen, und 2 kleinere, näher zur Mittellinie des Halses an der trachea gelegene Lymphstämme repräsentirt. Zum Auffangen der Lymphe wurde der erstgenannte grösste Lymphstamm benutzt. Es wurden erhalten, bei freien Venen und collateralen Lymphgefässen:

- a) in 15 Min. = 7,784 grmm.
- b) in 15 Min. = 6,908 grmm.

Nach Unterbindung der beiden kleinern Lymphstämmchen

- c) in 15 Min. = 7,239 grmm.
- in 45 Min. = 21,931 grmm.; = 0,48 grmm. pr. Min.
- = 174,6 mm. Geschwindigkeit pro Minute.

Nach Unterbindung der rechten und linken Jugularvene

- d) in 15 Min. = 15,81 grmm.
- e) in 15 Min. = 13,901 grmm.
- f) in 15 Min. = 14,620 grmm.
- g) in 15 Min. = 14,918 grmm.
- h) in 15 Min. = 15,224 grmm.
- i) in 15 Min. = 17,066 grmm.
- k) in 15 Min. = 17,189 grmm.
- in 105 Min. = 108,728 grmm.

pro Minute = 1,03 grmm.
= 374,8 mm. Geschwindigkeit pro Minute.

Es leuchtet ein, dass mit Hilfe des Hämodromometers zunächst nur die Geschwindigkeit gefunden wird, mit welcher die Lymphe die Hämodromometerröhre durchströmt. Je nachdem nun der Querschnitt der letzteren mehr oder weniger von dem Lumen des Lymphstammes differirt, wird auch die gemessene Geschwindigkeit mehr oder weniger von derjenigen abweichen, mit welcher die Lymphe einerseits während des Versuches, und andererseits unter normalen Verhältnissen in dem Lymphstamme sich bewegte. Eine approximative Bestimmung der letzteren wird aber deshalb stets willkürlich bleiben, weil die Weite des Lymphgefässes einem grossen Wechsel unterworfen ist.

Will man sich indessen eine annähernde Vorstellung von der Strömungsgeschwindigkeit der Lymphe innerhalb der untersuchten Lymphstämme machen, so kann man, ohne einen grossen Fehler zu begehen, dieselbe der von uns für das benutzte Hämodromometer theils gemessenen theils berechneten Geschwindigkeit gleich setzen, da die Weite der angewandten Hämodromometerröhre (= 2,68 mm.) dem Querschnitt des Halslymphstammes im mittleren Füllungszustande ziemlich nahe kommen dürfte. Einer derartigen approximativen Bestimmung der Stromgeschwindigkeit der Lymphe innerhalb des einfachen truncus trach. dextr. würden (wegen ziemlich übereinstimmender Verhältnisse der Thiere) namentlich folgende von den angeführten Experimenten zu Grunde gelegt werden können.

Exp. I	gemessene Geschwindigkeit	= 240 mm. pro Min.
Exp. II	„ „ „	= 230 „ „ „
Exp. III	berechnete „	= 254 „ „ „
Exp. IV	„ „	= 297 „ „ „
Demnach pr. 4 Min.		= 1021 mm.
Oder pr. Secunde = circa		4 mm.

Setzt man die Geschwindigkeit des Blutes in den Capillaren bei warmblütigen Thieren mit Volkmann = 0,8 mm. pr. Secundo ¹⁾, so würde die Geschwindigkeit der Lymphe in dem Halslymphstamme 5 mal grösser sein, als die des Blutes in den Capillaren.

Aus der Geschwindigkeit v (= 4 mm. pr. Sec.) lässt sich die Geschwindigkeitshöhe F berechnen, nach der Formel:

$$F = \frac{v^2}{4g}$$

in welcher g den Fallraum eines Körpers in einer Sec. bedeutet.

Die mitgetheilten experimentellen Ergebnisse liefern aber auch einen Beitrag zur Beantwortung der für die Statik des Stoffwechsels wichtigen Frage, wie viel Lymphe aus einem bestimmten Körpertheil in 24 Stunden dem Blute zugeführt werde.

Im Exp. I (Füllen von 220 Pfd. Opiumnarcose, einfacher trunc. trach.) wurde die Ausflussmenge für den Halslymphstamm auf 0,65 grmm. pr. Min. berechnet, was für 24 Stunden 936 grmm. für eine Hälfte des Kopfes und Halses giebt. Das Gewicht des Kopfes und Halses verhält sich, wie aus später anzuführenden Wägungen hervorgeht, bei den von uns benutzten Füllen ziemlich constant wie 1:7; demnach ist das Gewicht des Kopfes und Halses bei einem Füllen von 220 Pfd. auf etwa 30 Pfd. = 12270 grmm. zu veranschlagen. Hieraus folgt, dass 12270 grmm. des Kopfes und Halses in 24 Stunden $2 \times 936 = 1872$ grmm. oder 1 Kilogramm der genannten Körpertheile 152 grmm. Lymphe liefern.

Exp. III. (Füllen von 240 Pfd. Opiumnarcose, einfacher trunc. trach. Berechnetes Gewicht des Kopfes und Halses = 33 Pfd. = 13497 grmm.) ergiebt eine mittlere Ausflussmenge von 0,698 grmm. pr. Min., oder 1005 grmm. in 24 Std. für die Hälfte des Kopfes und Halses. 16,5 Pfd. = 6748,5 grmm. liefern also

¹⁾ Volkmann a. a. O. S. 185.

1005 grmm.; mithin kommen auf 1 Kilogramm des Kopfes und Halses in 24 Std. 148 grmm Lymph e.

Exp. IV. (Füllen von 150 Pfd. Berechnetes Gewicht des Kopfes und Halses = 20 Pfd. = 8180 grmm. Opiumnarcose; einfacher trunc. trach. dextr.). Die mittlere Ausflussmenge beträgt hier 0,914 grmm. pro Min., in 24 Std. liefern demnach 10 Pfd. = 4090 grmm. des Kopfes und Halses 1316 grmm. oder 1 Kilogramm 321 grmm. Lymph e.

Exp. V. (Füllen von 210 Pfd. nicht narcötisirt, Jugularvene frei, trunc. trach. dextr. doppelt. Berechnetes Gewicht des Kopfes und Halses = 29 Pfd. = 11861 grmm.). Die mittlere Ausflussmenge betrug hier nur 0,4953. Nimmt man an, dass der zweite Lymphstamm eine ähnliche Quantität geliefert hätte, so erhält man als mittlere Ausflussmenge für die rechte Hälfte des Kopfes und Halses circa 0,9 grmm. pr. Min. Alsdann liefern 14,5 Pfd. = 5930,5 grmm. des Thieres in 24 Std. 1296 grmm. oder 1 Kilogramm 218 grmm. Lymph e.

Exp. VI. (Füllen von 220 Pfd. Chloroformnarcose; einfacher trunc. trach. dextr. Freie Vene. Berechnetes Gewicht des Kopfes und Halses 30 Pfd. = 12770 grmm.). Die mittlere Ausflussmenge beträgt 0,817 grmm. pr. Min.; demnach geben 15 Pfd. = 6385 grmm. in 24 Std. 1176 grmm. oder 1 Kilogramm 184 grmm. Lymph e.

Die für die mitgetheilten Fälle angestellten Berechnungen scheinen insofern, als ziemlich bedeutende Differenzen sich herausstellen, wenig geeignet, um aus ihnen das physiologische Mittel zu ziehen. Wenn man aber bedenkt, dass auch unter normalen Lebensverhältnissen die Lymphproduction ohne Zweifel einem bedeutenden Wechsel unterliegt, wenn ferner die Dürftigkeit unserer thatsächlichen Kenntniss dieses Gegenstandes berücksichtigt wird, so erscheint es gerechtfertigt, dieselben wenigstens zur provisorischen Berechnung eines Mittelwerthes

zu benutzen. Bevor dieses geschieht, mögen noch einige Momente kurz berührt werden, theils zur Aufklärung der Differenzen, theils um es wahrscheinlich zu machen, dass bei der Summation obiger Werthe wenigstens eine theilweise Ausgleichung der Fehlerquellen stattfinden dürfte. Unterschätzt wurde die normale mittlere Ausflussmenge unzweifelhaft im Exp. I., wahrscheinlich auch im Exp. III., und zwar weil dieselbe im ersteren Falle aus der Strömungsgeschwindigkeit berechnet wurde, im letzteren Falle aber zu wenig von der berechneten differirt. Im Exp. IV. dagegen überstieg die Ausflussmenge ohne Frage das normale Maass wegen der häufigen und kräftigen Bewegungen des Thieres. Beim Exp. V. ist die Ausflussmenge ziemlich willkürlich bestimmt und vielleicht etwas überschätzt worden. Die Ausflussmenge im Exp. VI. dürfte noch am Meisten dem physiologischen Mittel nahe kommen.

Im Exp. I komm. auf je 1 Kilogrm. d. Kopfes u. Halses in 24 Std.			
			152 grmm, Lymphe.
Im Exp. III	"	"	148 "
Im Exp. IV	"	"	321 "
Im Exp. V	"	"	218 "
Im Exp. VI	"	"	184 "

Auf 5 Kilogrm. kommen demnach 1023 grmm. oder	
auf 1 Kilogrm.	204 grmm.

Im Mittel würde also nach dieser Berechnung 1 Kilogramm des Kopfes und Halses beim Fällen in 24 Stunden circa 200 grmm. oder $\frac{1}{5}$ seines Gewichtes Lymphe liefern. Bei Hunden erhielten dagegen Ludwig und Krause¹⁾ eine weit grössere Lymphmenge, nämlich bei

1) Zeitschrift für rationelle Medizin. Neue Folge. Bd. VII. S. 148. Zur Physiologie der Lymphe. Von Dr. W. Krause.

einem Hunde auf je ein Kilogramm. des Kopfes 246 grmm., bei einem zweiten 392 und bei einem dritten 406 grmm., demnach im Mittel auf je ein Kilogramm 348 grmm. oder circa $\frac{1}{3}$. des Körpergewichts. Dass es unstatthaft ist, für alle Theile des Körpers ein gleiches Verhältniss zu statuiren, und aus der für einen bestimmten Körpertheil gefundenen Lymphmenge die des ganzen Körpers zu berechnen, leuchtet nicht nur a priori ein, sondern es wird dies auch durch die später anzuführenden vom ductus thor. erhaltene Ausflussmengen bewiesen. Unter Umständen liefert nämlich der ductus thor. an Chylus und Lymphe nur soviel, als wir an Lymphe allein erhalten müssten, wenn das Verhältniss zwischen der producirtten Lymphmenge und dem Körpergewicht der Theile beim Rumpfe und den hinteren Extremitäten dasselbe wäre, wie beim Kopfe und Halse.

Das Exp. VII lehrt, dass eine Erhöhung des Blutdruckes in den Capillaren, die hier nach Unterbindung der beiden Jugularvenen wegen erschwerten Blutabflusses eingetreten war, eine vermehrte Lymphproduction zur Folge hat.

III.

Der Seitendruck im ductus thoracicus.

Nachdem eine dreischenkige Cantile von 24 mm. Durch-

„Pour établir une fistule au canal thoracique du cheval, on couche le solipède sur le côté droit et l'on porte fortement en arrière le membre antérieur gauche qui doit être maintenu dans cette position. Puis on fait une incision longue de 15 à 20 centimètres sur le trajet du mastoïdo-huméral, parallèlement à la jugulaire et à 2 ou 3 centimètres en-dessous. L'incision étant prolongée jusque très près de la ligne de la première côte, on coupe en travers le mastoïdo-huméral et le sous-scapulo-hyoïdien; près de l'angle de l'épaule, on lie les divisions de la cervicale inférieure et la branche principale de cette artère, si elles se trouvent blessées. Enfin on divise transversalement et avec précaution le muscle scalène à son insertion au bord antérieur de la première côte. Cela fait, on voit au-dessous du dernier muscle une aponévrose mince, à la face interne de laquelle on peut quelquefois apercevoir le canal thoracique. Alors on incise l'aponévrose et on cherche le canal au bord inférieur de l'œsophage, au niveau de la première côte.“

messer, mit einer der Biegung des ductus thor. entsprechenden Krümmung, eingebunden war, wurde dieselbe mit dem Ludwig'schen Kymographion in Verbindung gesetzt. Als Verbindungsstück zwischen der Cantile und dem Manometer diente eine mit einem Hahn versehene Zinnröhre. Das Manometer war ein für allemal bis zur erforderlichen Höhe mit Quecksilber gefüllt; in die Zinnröhre dagegen wurde vor jedem neuen Versuch eine Natronlösung von 1040 spec. Gew. mittelst einer Spritze in einer solchen Quantität injicirt, dass das Quecksilber in dem längeren Schenkel des Manometers höher zu stehen kam, als in dem kürzeren, wobei selbstverständlich darauf geachtet wurde, dass keine Luft in der Zinnröhre zurückblieb. Die überschüssige Natronsäule hatte den Zweck, etwaige den Versuch störende Momente, z. B. Lymphcoagula, aus der dreischenkligten Cantile zu entfernen. Bei diesem Verfahren konnte die Abscissenlinie natürlich erst nach gezeichneter Curve gezogen werden, was stets unter den von Volkmann angegebenen¹⁾ Cautelen geschah. Die auf diese Weise gewonnenen Curven sind ganz so, wie das Kymographion sie zeichnete, auf der beigelegten Tafel wiedergegeben worden. Der Umfang des Cylinders betrug 440 mm.; die Umdrehungsdauer 1 Minute.

Zur genauen Bestimmung des mittleren Druckes aus den durch das Kymographion gezeichneten Curven bedienten wir uns der bekannten, der Meteorologie entlehnten, bereits von Volkmann approbirten Methode²⁾. Dass das zu diesem Zwecke benutzte Papier die erforderliche gleichmässige Dicke hatte, geht daraus hervor, dass bei drei Versuchen je 440 □ mm. des Papiers genau dasselbe Gewicht von 0,0233 grmm., beim vierten und fünften Versuche aber von 0,0234 und 0,0232 grmm. zeigten.

1) a. a. O. S. 154—156.

2) a. a. O. S. 170—171.

Die zu den Experimenten dienenden Füllen wurden gleich den früheren auf dem Operationstische mittelst Riemen befestigt und durch Chloroform narcotisirt. Von den bezüglichen Versuchen werden indessen hier nur zwei aufgeführt, da bei zwei anderen die getroffenen Vorbereitungen den erwünschten Erfolg nicht hatten, und die Ausführung also unterbleiben musste.

Experiment I.

1. Curve. Die Athembewegungen sehr frequent (38 in der Min.) und unregelmässig, daher diese Curve wenig instructiv. Man findet hier zwar mitunter ziemlich erhebliche Schwankungen in den Druckverhältnissen, jedoch stets positive Werthe. Die nach der erwähnten Methode gefundene mittlere Erhebung der Quecksilbersäule über den ursprünglichen Nullpunkt oder die Abscissenlinie beträgt 8,18 mm. Hieraus lässt sich der mittlere Seitendruck nach der schon früher benutzten Formel

finden. In diesem Falle ist aber:

$$\frac{1}{y} = \frac{\text{spec. Gew. der Natronlösung}}{\text{spec. Gew. des Quecksilbers}} = \frac{1,04}{13,6} = \frac{1}{13,07}$$

Mithin ist:

$$D = 2 \times 8,18 - \frac{8,18}{13,07} = 15,74 \text{ mm. Hg.}$$

2. Curve. Athemfrequenz 29. Hier zeigt sich die Anzahl der Wellen genau mit den in derselben Zeit stattgefundenen Athemzügen übereinstimmend, so dass mithin der Einfluss der Adspiration des Herzens sich nicht in der gezeichneten Curve bemerkbar macht. Während der Expiration stieg das Quecksilber, während der Inspiration sank es häufig sogar unter den Nullpunkt, im Maximum um 3 mm. Der negative Druck, den die vom Thorax ausgehende Adspiration bewirkt, beträgt demnach - 5,78 mm. Quecksilber, da $-D = -\left(2x - \frac{x}{y}\right)$ ist. Die mittlere Erhebung über die Abscissenlinie beträgt 6,54 mm. Der mittlere Seitendruck ist somit + 12,58 mm. Quecksilber.

3. Curve. Athemfrequenz 38. Unregelmässiges Athmen, namentlich absatzweises Inspiriren, weshalb der absteigende Schenkel einiger Wellen aus kleineren Curven zusammengesetzt erscheint. Die mittlere berechnete Elevation des Quecksilbers über den ursprünglichen Nullpunkt $= + 6,08$ mm; der mittlere Seitendruck somit $= + 11,7$ mm. Quecksilber.

4. Curve. Athemfrequenz 36. Respirationsverhältnisse ähnlich wie bei der vorhergehenden Curve, daher auch die Gestaltung der letzteren eine auffallende Uebereinstimmung mit der vorigen zeigt. Das Quecksilber sank hier im Maximum um 6 mm. unter den ursprünglichen Nullpunkt, was für den ductus thoracicus einen negativen Druck von 11,55 mm. Quecksilber giebt. Die mittlere Erhebung über die Abscissenlinie beträgt hier 5,18 mm.; der mittlere Seitendruck demnach 9,97 mm. Quecksilber.

Experiment II. Füllen von 220 Pfd. Der ausserhalb des Thorax gelegene Theil des ductus thoracicus ist hier durch einen grösseren und einen kleineren Lymphstamm vertreten, die sich kurz vor ihrer Einmündung in die Vene vereinigen. Die dreischenkligte Kante wurde in den grösseren eingeführt, der kleinere aber unangetastet gelassen.

5. Curve. Athemfrequenz 37. Oberflächliches, aber ziemlich regelmässiges Athmen. Die mittlere Erhebung über die Abscissenlinie beträgt 4,65 mm.; der mittlere Seitendruck somit $= 8,95$ mm. Quecksilber.

Die mitgetheilten Curven beweisen, wie es auch schon a priori zu erwarten war, dass der Druck im Halstheile des ductus thoracicus während der Expiration steigt, während der Inspiration fällt, und häufig sogar negativ wird. Es lässt sich aber leicht darthun, dass sowohl die Expiration, als auch die Inspiration befördernd auf den Stromlauf im ductus thoracicus wirken muss.

In Folge der während der Expiration zunehmenden Spannung der Luft in den Lungen wird der Inhalt des ductus thoracicus aus der Brusthöhle hinaus und zwar in den Halstheil desselben hineingetrieben, da die Klappen eine rückgängige Bewegung in die Bauchhöhle verhindern. Es muss jedoch bemerkt werden, dass die durch den Respirationsmechanismus entwickelte, während der Expiration wirksame auxiliäre Treibkraft nicht immer derselben Art ist. Setzt man zunächst den Fall, dass die Athmung ruhig und normal ist, so wird während der Expiration auf die Aussenfläche des im Thorax gelegenen ductus thoracicus ein Druck einwirken, der zwar grösser, als der während der Inspiration, jedoch geringer ist als der Atmosphärendruck. Denn obgleich die Spannung der Luft in den Lungen zur Zeit der Expiration die der umgebenden Atmosphäre ein wenig übertrifft, so wird doch wegen des Widerstandes der elastischen Lungen auf die in der Brusthöhle ausserhalb der letzteren gelegenen Gefässe kein voller Atmosphärendruck einwirken. Da nun aber der Halstheil des ductus thoracicus dem Drucke einer Atmosphäre ausgesetzt ist, so kann der während der Expiration gesteigerte Druck nicht direct als bewegende Kraft wirken, sondern die Expiration befördert nur insofern den Lymphstrom, als jetzt die adspirirende Wirkung des Thorax geringer wird, als zur Zeit der Inspiration, somit die vorher stärker gespannten elastischen Wandungen des ductus thoracicus beim Uebergange in einen minder gespannten Zustand einen Theil der sie spannenden Kraft als Treibkraft auf die Lymphe werden übertragen müssen. In diesem Falle ist es also eigentlich der Inspirationsact, durch den die Kraft entwickelt wurde, welche, in den elastischen Wandungen reservirt, zur Zeit der Expiration als Treibkraft zur Wirkung kommt. Zu der eben geschilderten Wirkung der Expiration kommt aber unter Umständen noch eine andere

hinzu, durch welche die auxiliäre Treibkraft bedeutend gesteigert wird. Wenn nämlich zur Zeit der Expiration der auf den ductus thoracicus einwirkende Druck den Atmosphärendruck übersteigt, was bei frequentem Athmen und bei behindertem Austritt der Luft aus den Respirationswegen leicht geschieht, so wird jetzt nicht allein durch die Wirkung der elastischen Wandungen, sondern auch dadurch, dass auf dem Brusttheil des ductus thoracicus ein grösserer Druck lastet, als auf dem Halstheile desselben, der Inhalt des ductus thoracicus in den letzteren hineingetrieben werden müssen. Die Inspiration dagegen hat, abgesehen davon, dass sie eine Kraft entwickelt, welche erst während der Expiration zur Wirkung kommt, den Einfluss auf den ductus thoracicus, dass durch dieselbe einerseits der Brusttheil stärker erfüllt, andererseits der Halstheil schneller entleert wird. Die stärkere Erfüllung des Brusttheils ist aber, obgleich zum grossen Theil ein Resultat der Adspiration, doch auch theilweise auf Rechnung des durch den Inspirationsact erhöhten Druckes in der Bauchhöhle zu setzen, durch den für die vis a tergo der Lymphgefässe eine auxiliäre Kraft entwickelt wird. Dass die während der Inspiration erfolgende Abnahme des Druckes im Halstheil wirklich zum Theil von der thoracischen Adspiration herrührt, geht daraus hervor, dass wir mitunter einen negativen Druck erhielten, der im Maximum sogar 11,5 mm Quecksilber (Experiment I. 4. Curve) betrug. Demnach darf behauptet werden, dass die Steigerung des Druckes während der Expiration als eine combinirte Wirkung der gesteigerten Treibkräfte und der Druckerhöhung in der Vena jugularis anzusehen ist, während die Abnahme des Druckes zur Zeit der Inspiration aus dem Sinken der Treibkraft und der Adspiration des Thorax resultirt.

In den angeführten Versuchen schwankte der mittlere

Seitendruck im Halstheile des ductus thoracicus zwischen 9—15 mm. Quecksilber. Es wichen aber auch während derselben die Spannungsverhältnisse der Luft in den Lungen unzweifelhaft bedeutend von der Norm ab, wie dies schon die grössere Athemfrequenz (29—38) darthat, und wie es die Folge sein musste theils des schweren operativen Eingriffs, theils der Behinderung des freien Ein- und Ausströmens der Luft in Folge des in ein Nasenloch eingeführten Baumwollentropfen. Es darf daher vermuthet werden, dass unter normalen Verhältnissen der mittlere Druck weniger betragen würde, als der von uns gefundene.

Nach dem Mitgetheilten bedarf es kaum noch einer Erörterung des Einflusses, den die wechselnden Druckverhältnisse im ductus thoracicus auf die in denselben einmündenden Lymphstämme haben müssen, sei es, dass dieselben in den Halstheil, was wir übrigens nie bemerkt haben, oder in den Brusttheil des ductus thoracicus übergehen.

IV.

Bestimmung der Mengen des aus dem ductus thoracicus ausfließenden Inhalts.

Nach einer von Colin¹⁾ gemachten Angabe scheint der französische Veterinärarzt Flandrin der Erste gewesen zu sein, der es versuchte, bei lebenden Thieren den Inhalt des ductus thoracicus aufzufangen. Flandrin, der bei seinen Versuchen Pferde benutzte, erhielt während einer Zeit, die er nicht angibt, 3 Unzen Flüssigkeit, musste aber wegen eingetretener Verstopfung der Canüle die Fortsetzung des Versuchs aufgeben. Magendie²⁾ sah bei einem lebenden Hunde von mittlerer Grösse, ~~dem er den Halstheil~~ des ductus thoracicus während der Verdauung geöffnet hatte, anfänglich in 5 Minuten „wenigstens eine halbe Unze Flüssigkeit ausfließen und den Ausfluss zwar fort dauern, aber geringer werden.“ Hiernach würde die Ausflussmenge für 24 Stunden 12 Pfd. oder circa ein Viertel des Körpergewichtes betragen. Collard de Martigny³⁾ erhielt bei Kaninchen, die 24 Stunden gefastet hatten, das eine Mal in 10 Minuten 9 Gran, ein anderes Mal in 7 Minuten 5 Gran Chylus. Demnach kämen auf 24 Stunden

1) A. a. O. p. 99.

2) Précis élémentaire de Physiologie 1825. T. 2. p. 183. Citat b. Donders a. a. O. p. 358.

3) Journ. de Phys. T. 8 p. 176. Citat b. Donders a. a. O. p. 350.

2,7 bis 2,14 Unzen oder $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{17}$ des Körpergewichtes, wenn dieses zu 3 medicin. Pfunden angenommen wird. In neuerer Zeit hat Colin mehrere Versuche an Pferden und Wiederkäuern über die Mengen des aus dem ductus thoracicus ausfließenden Chylus angestellt, aus denen aber nur soviel hervorgeht, dass er es mit enormen Quantitäten, namentlich bei den letzteren Thieren, zu thun gehabt hat. Zu einer Relation zwischen den gesammten Ausflussmengen und dem Körpergewicht der Thiere können indess seine Angaben nicht benutzt werden. Bei denjenigen Thieren nämlich, deren Körpergewicht Colin angiebt, bestand der Halstheil des ductus thoracicus aus mehreren Stämmen, von denen nur einer, gewöhnlich der grösste, benutzt wurde, die andern aber unberücksichtigt blieben. Wenn nun auch Colin bei den meisten dieser Versuche die Zahl der Nebonarmer anführt, so würde doch eine darauf gestützte Berechnung willkürlich ausfallen. Bei anderen Thieren dagegen, von denen ausdrücklich gesagt wird, dass bei ihnen der Halstheil des ductus thoracicus aus einem einfachen Stamme bestand, ist leider das Gewicht der Thiere nicht angegeben. Ebenso fehlen die Angaben darüber, in welchem Maasse in den einzelnen Fällen der Kopf, der Hals und die vorderen Extremitäten zur Speisung des ductus thoracicus beitrugen. Aus dem über die anatomischen Verhältnisse Mitgetheilten geht nur so viel hervor, dass der ductus thoracicus an seiner Einmündungsstelle bei Pferden häufiger einfach angetroffen wird, bei den Wiederkäuern dagegen meist aus mehreren Armen von veränderlicher Zahl zusammengesetzt ist, sowie dass hien das Verhältniss der Lymphgefässe des Kopfes, Halses und der vorderen Extremitäten zum ductus thoracicus gleichfalls variabler ist, als bei den Pferden.

Bei den Füllen, die wir zu unseren Versuchen benutzten, war der ductus thoracicus stets ein einfacher Stamm und zeigte keine Verbindungen mit den Stämmen der vom Kopfe, Halse

und von den vorderen Extremitäten kommenden Lymphgefäße. Somit sind die erhaltenen Ausflussmengen nur auf den Rumpf und die hinteren Extremitäten zu beziehen.

Auch hier wurde das von Colin beschriebene, bereits früher angeführte operative Verfahren in Anwendung gebracht.

Experiment I. Füllen von 260 Pfd. Gewicht des Kopfes und Halses = 36 Pfd., der vorderen Extremitäten = 16 Pfd.; das Gewicht des Rumpfes und der hinteren Extremitäten beträgt demnach 162 Pfd. = 78624 grmm. Dasselbe Füllen war 2 Tage früher zu Untersuchungen am truncus trachealis dexter benutzt worden, hatte aber sowohl bald nach der ersten Operation, als auch in den folgenden Tagen trotz des bedeutenden operativen Eingriffs Futter und Getränk, wenn auch in geringeren Quantitäten, zu sich genommen. Mittels eines in den Halsthail des Brustganges eingebundenen Tubulus von 3 mm. Weite wurden aufgefangen:

- 1) in 15 Minuten = 97,151 grmm.
- 2) in 15 Minuten = 67,457 grmm.
- 3) in 15 Minuten = 71,535 grmm.
- 4) in 15 Minuten = 62,004 grmm.
- 5) in 15 Minuten = 66,303 grmm.
- 6) in 15 Minuten = 59,679 grmm.
- 7) in 15 Minuten = 58,2 grmm.

demnach in 105 Minuten = 482,419 grmm., oder
pro 1 Minute = 4,6 grmm.

78624 grmm. des Thieres wurden hiernach in 24 Stunden 6624 grmm. Chylus und Lymphe liefern; mithin kommt auf je 1 Kilogr. 84,2 grmm. Lymphe.

Experiment II. Füllen von 200 Pfd. Gewicht des Kopfes und Halses = 29 Pfd., der vorderen Extremitäten = 12 Pfd. Das Gewicht des Rumpfes und der hinteren Extremitäten somit = 147 Pfd. = 60196,5 grmm. Das Füllen war 3 Stun-

den vor dem Auffangen des Chylus mit Mehl und Heu gefüttert worden.

1) in 15 Min. = 29,848 grmm.	} Chloroformirt.
2) in 15 Min. = 33,33 grmm.	
3) in 15 Min. = 36,351 grmm.	
4) in 15 Min. = 43,973 grmm.	
5) in 15 Min. = 46,335 grmm.	
6) in 15 Min. = 51,493 grmm.	} Die Wirkungen des Chloroform hatten auf- gehört.
7) in 15 Min. = 54,031 grmm.	
8) in 15 Min. = 53,4 grmm.	
9) in 15 Min. = 69,546 grmm.	
10) in 15 Min. = 53,817 grmm.	
11) in 15 Min. = 81,447 grmm.	
12) in 15 Min. = 66,903 grmm.	
13) in 15 Min. = 79,789 grmm.	
14) in 15 Min. = 83,567 grmm.	
15) in 15 Min. = 57,502 grmm.	
16) in 15 Min. = 57,457 grmm.	
17) in 15 Min. = 66,908 grmm.	
18) in 15 Min. = 67,545 grmm.	
19) in 15 Min. = 79,768 grmm.	
20) in 15 Min. = 90,8875 grmm.	
21) in 15 Min. = 67,303 grmm.	

Demnach in 315 Min. = 1290,9905; pro 1 Min. = 4,09 grmm.; demnach kommen in 24 Stunden auf ein Körpergewicht von 147 Pfd. = 60196,5 grmm., 5889,6 grmm., auf ein Kilogramm 97,8 grmm. oder circa $\frac{1}{10}$ des Körpergewichts Lymphe u. Chylus.

Experiment III. Füllen von 220 Pfd. Gewicht des Kopfes und Halses = 32 Pfd., einer vorderen Extremität = 14 Pfd.; das Gewicht des Rumpfes und der hinteren Extremitäten ist somit = 73810 grmm. Das Füllen war 5 Stunden vor dem Versuch mit Milch gefüttert worden.

- 1) in 15 Min. = 117,7905 grmm.
- 2) in 15 Min. = 165,3272 grmm.
- 3) in 15 Min. = 146,4587 grmm.
- 4) in 15 Min. = 138,639 grmm.
- 5) in 15 Min. = 136,0831 grmm.
- 6) in 15 Min. = 155,7796 grmm.

Demnach in 90 Min. = 860,0781 grmm. pro 1 Min. = 9,5564 grmm. Auf 24 Stunden kommen somit 13680 grmm. auf ein Körpergewicht von 180 Pfd. = 73710 grmm.: mithin liefert ein Kilogramm des Thieres in 24 Stunden 185,5 grmm. oder circa $\frac{1}{5}$ seines Gewichts Lymphe und Chylus.

Hiernach zeigt sich ein auffallender Unterschied in der Ausflussmenge, je nach der Nahrung des Thieres. Während dieselbe im Experiment II. bei einem mit Heu gefütterten Füllen auf ein Kilogr. des Thieres 97,8 grmm., also etwa $\frac{1}{10}$ des Körpergewichts beträgt, ergiebt sich im Experiment II. bei einem mit Milch gefütterten Füllen ungefähr die doppelte Ausflussmenge.

Ferner variirt die Ausflussmenge, je nachdem mehr oder weniger Bewegungen des Thieres in den gleichen Zeitraum fallen. Den besten Beweis hiefür liefert das Experiment II., wo in der Zeit, während welcher das Thier chloroformirt war und sich somit ziemlich ruhig verhielt, die Ausflussmenge bedeutend geringer ist, als in der späteren Zeit, wo das Chloroformiren eingestellt war, und das Thier häufigere Anstrengungen machte, sich seiner Fesseln zu entledigen.

gen und daher auch die *Ursprungstheorien* des Lymphstroms, welche ganz verschiedenartig sind, und in Bezug auf den Ursprung der Lymphgefäße, die sich aus dem Lymphstrom bilden, verschiedene Vorstellungen haben. Die Lymphgefäße sind aber, wie wir schon oben gesehen haben, nicht nur aus dem Lymphstrom, sondern auch aus dem Blut, und daher ist die Frage, ob die Lymphgefäße aus dem Blut, oder aus dem Lymphstrom, oder aus beiden, entstehen, eine sehr wichtige, und die wir hier zu erörtern haben.

Ueber den Ursprung der vis a tergo im Lymphgefäßsystem.

Die Lymphgefäße sind, wie wir schon oben gesehen haben, nicht nur aus dem Lymphstrom, sondern auch aus dem Blut, und daher ist die Frage, ob die Lymphgefäße aus dem Blut, oder aus dem Lymphstrom, oder aus beiden, entstehen, eine sehr wichtige, und die wir hier zu erörtern haben. Der Uebertritt der Lymphe in die Anfänge der Lymphgefäße hat je nach der Vorstellung, welche die Physiologen von der anatomischen Beschaffenheit dieser Gefäße hatten, eine so verschiedene Deutung erfahren, dass hypothetisch bereits Alles erschöpft zu sein scheint, was über die mutmaßliche Natur jenes Vorganges ausgesagt werden kann. Es kommt jetzt nur noch darauf an, darzuthun, welche von den aufgestellten Hypothesen mit den über den Lymphstrom gewonnenen Erfahrungen am besten im Einklang steht, und deshalb als die der Wahrscheinlichkeit nach richtigere festgehalten werden muss. Es leuchtet nämlich ein, dass das physiologische Experiment als solches nicht im Stande ist, über diese Frage eine endgültige Entscheidung herbeizuführen, dass vielmehr eine begründete Ueberzeugung durch dasselbe nur im Verein mit der anatomischen Forschung gewonnen werden kann. Da indess die hierzu erforderlichen anatomischen Requisite noch fehlen, so muss der Verfasser sich damit begnügen, der Auffassung, zu welcher er auf Grundlage experimenteller Erfahrungen sich bekennt, die Form einer auf Wahrscheinlichkeitsgründe basirten Ansicht zu geben. Eine Erörterung aller über den Eintritt der Lymphe in die An-

fänge der Lymphgefässe aufgestellten Ansichten würde hier zu weit führen; es braucht nur hervorgehoben zu werden, dass es sich gegenwärtig hauptsächlich darum handelt, ob die in Lymphgefässen wirksame *vis a tergo* vom Blutdruck abzuleiten sei oder nicht. Dabei erscheint es zweckmässig, die Darlegung der Gründe, welche uns veranlassten, den Ursprung der *vis a tergo* im Blutdrucke zu suchen, mit der Widerlegung der von den Gegnern dieser Ansicht gemachten Einwände zu verbinden. Die wichtigsten Einwände gegen die Ansicht, nach welcher die *vis a tergo* ein Abkömmling des Blutdrucks ist, sind von Donders erhoben worden. Es lässt sich jedoch nachweisen, dass dieselben nur unter gewissen Voraussetzungen haltbar sind, zu deren Annahme keine zwingenden Gründe vorliegen. Donders' Argumentation beruht auf folgenden Sätzen: „Es ist unschwer einzusehen, sagt er, dass der Seitendruck, welchen die Lymphe auf die Innenfläche der Lymphgefässe ausübt, grösser ist, als jener Druck, unter welchem die Ernährungsflüssigkeit steht. Wäre dies nicht der Fall, so müssten die Lymphgefässe comprimirt werden und es könnte gar keine Flüssigkeit in diesen Gefässen sein. Der Druck der Ernährungsflüssigkeit ist gerade um soviel, als die Wandungen der Lymphgefässe tragen, geringer, als der Druck der Lymphe. Ganz gewiss ist also der Druck der Lymphe grösser, als jener der umgebenden Ernährungsflüssigkeit, woraus dann folgt, dass er nicht vom Drucke der letzteren bedingt sein kann“. Diese Differenz in den Druckverhältnissen der Lymphe und der umgebenden Ernährungsflüssigkeit soll nach ihm zugleich für die Lymphgefässe geschlossene Anfänge postuliren, da nur, wenn häutige Wandungen trennen, ein ungleicher Druck denkbar sei. Vindicire man dagegen mit Brücke den Lymphge-

1) Donders a. a. O. S. 349.

fassen offene Enden in den Interstitien des Bindegewebes, so müsste man annehmen, dass an den Mündungen der Ernährungsflüssigkeit ein Druck ausgeübt werde, der viel grösser sei, als er sonst wo von aussen auf die Lymphgefässstämme ausgeübt werde, und zu einer solchen Annahme gebe es durchaus keinen Grund.

Das so eben Angeführte hat volle Giltigkeit, wenn man sich die Ernährungsflüssigkeit als ein die Lymphgefässe überall frei umspülendes Fluidum vorstellt. Wenn man aber diese Vorstellung fallen lässt und vielmehr annimmt, — wozu die Untersuchungen von Virchow berechtigen —, dass es kaum eine andere Ernährungsflüssigkeit giebt, als die in dem System der saftführenden Kanälchen enthaltene, so kann sehr wohl die die Lymphgefässe umgebende Ernährungsflüssigkeit unter einem höheren Drucke stehen, als die Lymphe selbst, ohne jedoch die Lymphgefässe zu comprimiren. Denn da bei dieser Auffassung fast sämtliche Ernährungsflüssigkeit sich in Kanälchen eingeschlossen befindet, so wird dieselbe zunächst nur auf die Innenfläche der letzteren und nur mittelbar auf die Aussenfläche der Lymphstämme einen Druck ausüben können. Nur in sofern als der Ausdehnung der Kanälchen von irgend einer Seite ein Widerstand geleistet wird, werden dieselben einen Druck auf die benachbarten Theile ausüben. Es ist aber einleuchtend, dass die saftführenden Kanälchen, um den zu ihrer Ausdehnung erforderlichen Platz zu gewinnen, eher andere Theile ihrer Umgebung, auf denen nur der Atmosphärendruck lastet, erheben, als die Lymphgefässe comprimiren werden, deren Inhalt unter einem Drucke steht, der den Atmosphärendruck übertrifft. Wir können das supponirte Verhältniss der Ernährungsflüssigkeit zu den Lymphgefässen durch ein Beispiel anschaulicher machen. Denkt man sich eine grössere elastische Röhre A von mehreren kleineren elastischen Röhren b, b', b'', . . . umgeben — wovon die auf der beigefügten Tafel enthaltene Figur einen Querschnitt

darstellen soll — und nimmt ferner an, A habe stärkere Wandungen, als b, b' . . . und repräsentire das Lymphgefäß, b, b', b" . . . aber die saftführenden Kanälehen, und der Ring C die umgebenden Theile: so wird eine Steigerung des Druckes in b zunächst eine Erweiterung dieser Röhre, eine Compression der Röhre A aber erst dann bewirken, wenn die Ausdehnung von C mehr Kraft erfordert, als die Compression von A. Mit hin steht von diesem Gesichtspunkte aus der von Virchow und Leydig ¹⁾ vertretenen Ansicht, dass die Lymphgefäße ihren Ursprung aus den saftführenden Kanälehen oder den Verästelungen der sogenannten Bindegewebskörperchen nehmen, nichts entgegen. Bei diesen Angaben in Bezug auf das anatomische Verhalten der Lymphgefäßanfänge liegt es a priori nahe, die vis a tergo der Lymphgefäße in der Kraft zu suchen, mit welcher die Ernährungsflüssigkeit oder Lymphe aus den Blutgefäßen transsudirt wird. Selbst wenn auch die vielfach gemachte Erfahrung, dass nach Injection der Blutgefäße die Lymphgefäße sich stärker füllen und die Injectionsmasse häufig in die letzteren übergeht, noch nicht als ein stichhaltiger Beweis für diese Ansicht angesprochen werden kann, so lehren wenigstens die nach Unterbindung der Jugularvene aufgefangenen Lymphmengen (Siehe oben II. Exp. VII.), dass eine Erhöhung des Blutdruckes einen vermehrten Uebertritt von Lymphe in die Lymphgefäßanfänge, somit eine Steigerung der vis a tergo zur Folge hat. Mit diesem von uns gefundenen Resultat der Venenunterbindung steht die Beobachtung von Ludwig und Krause ²⁾ durchaus nicht im Widerspruch, nach welcher die Unterbindung der Carotiden keine Verminderung der Ausflussmenge bewirkte. Denn obgleich hierdurch für einen bestimm-

1) Virchow: Gesammelte Abhandlungen, S. 138 und 217. Leydig: Lehrbuch der Histologie, S. 27.

2) Zeitschrift für rationelle Medizin. Neue Folge. Bd. 7. S. 148—151.

ten Abschnitt der arteriellen Gefäße der Blutdruck abnahm, so ist dies doch für die kleinsten Gefäße der Carotidenverzweigungen und namentlich für die Capillaren derselben durchaus nicht nachweisbar. Es ist im Gegentheil wahrscheinlich, dass die durch Unterbindung der Carotiden hervorgerufene Erhöhung des Blutdruckes in den collateralen Gefäßen durch den *Circulus Willisii* hindurch sich fortpflanzte und eine collaterale Fluxion in den Capillaren setzte. Für diese Ansicht scheint wenigstens der Umstand zu sprechen, dass Ludwig und Krause nach Unterbindung der Carotiden nicht nur keine Verminderung, sondern in der Mehrzahl der Fälle sogar eine geringe Vermehrung der aufgefangenen Lymphmengen beobachteten. Auch die Erfahrung Kräuse's, dass durch Reizung sensibler Nerven die producierte Lymphmenge bedeutend gesteigert wird, ist mit unserer Vorstellung von dem Ursprunge der *vis a tergo* sehr gut vereinbar. Donalders glaubt zwar diesen Umstand als eine Stütze für die von ihm aufgestellte Hypothese benutzen zu dürfen, dass die *vis a tergo* von einer directen Nervenaction abzuleiten sei, die ihr Analogon in der Kraft finde, mit welcher in den Drüsen unter dem Einfluss der Nerven-Flüssigkeiten bis zur freien Oberfläche gelangen. Abgesehen aber davon, dass es noch fraglich ist, ob das von Ludwig an der Submaxillardrüse beobachtete Phänomen in der That auf eine eigenthümliche, von einer Einwirkung auf die contractilen Elemente der Gefässwandungen durchaus verschiedene Nerventhätigkeit zurückzuführen sei, so ist es jedenfalls nicht erforderlich, zur Erklärung der auf Reizung sensibler Nerven folgenden Steigerung der Lymphproduction hierzu seine Zuflucht zu nehmen, da dieselbe aus den vermehrten auf reflectorischem Wege zu Stande gekommenen Muskelactionen vollkommen begreiflich ist. Krause führt ausdrücklich an, dass das zu solchem Reizversuch von ihm benutzte Thier während der Reizung trotz der Narcose lebhaften Schmerz

geäußert habe, also ohne Zweifel lebhaft Bewegungen ausführte. Auf welche Weise aber Muskelactionen, abgesehen von der Steigerung des Stoffumsatzes in den Muskeln selbst, eine Vermehrung der Bewegungsquantität der Lymphe bewirken, glauben wir in den oben angeführten Experimenten hinlänglich dargethan zu haben.

Nach dem Mitgetheilten lässt sich unsere Auffassung der vis a tergo folgendermaassen formuliren.

Die vis a tergo der Lymphgefässe ist ein Derivat des Blutdruckes. Ob aber die Lymphgefässwurzeln mit den Blutgefässen blos im Contact oder in der Continuität sich befinden, muss noch entschieden werden. Im ersteren Falle würde der Uebergang von Blutbestandtheilen in die saftführenden Kanälchen als ein durch ungleichen Druck modificirter osmotischer Process aufzufassen sein, da die Verzweigungen der Bindegewebskörperchen neben dem vom Blute stammenden Ernährungssaft gleichzeitig die Producte des Stoffwechsels ihrer Territorien enthalten. Dieser Ansicht entsprechend würden wir auch die vis a tergo in den vom Darm herkommenden Chylusgefässen von mechanischem Drucke und zwar, wie dies auch schon von Brücke geschah, von dem Drucke ableiten, unter dem der Darminhalt steht. In welcher Weise die Aufnahme von Substanzen aus dem Darmkanale durch die Contractionen der Zotten befördert wird, hat Donders auseinandergesetzt.

Wenn aber in der That spätere Untersuchungen erweisen sollten, dass die Lymphgefässe und Blutgefässe in Continuität sich befinden, wenn die ausserordentlich wichtige Angabe Heidenhain's ¹⁾ über den Zusammenhang von Blutcapillaren mit den Ausläufern von Bindegewebskörperchen in den Peyer'schen

1) *Symbolae ad anatomiam glandularum Peyerii*, Vratislaviae 1859, and in *du Bois' und Reichert's Archiv* 1859. S. 460.

Follikeln des Darmes, oder von G. Eckard ¹⁾ über den gleichen Zusammenhang der zartesten Blutgefäße mit dem die Alveolen der Lymphdrüsen durchsetzenden Netzwerk feinsten, von Bindegewebskörperchen abzuleitender Röhren, in weiteren Grenzen Geltung erlangen, ja als ein allgemein gültiges Organisationsgesetz sollten aufgestellt werden können, wenn die Lehre von einem plasmatischen Gefäßsystem, in welches nur die Blutflüssigkeit, nicht aber die Blutkörperchen eintreten, hiernach aus dem Gebiete vager Hypothesen in das wohlbegründeter anatomischer Thatsachen übergehen sollte: dann würde die Ableitung der im Lymphstrom wirksamen vis a tergo von dem Blutdrucke noch ungleich einfacher sich ergeben. Alsdann würde nämlich gesagt werden müssen, dass aus den capillaren Arterienenden dem Blute ein doppelter Weg offen stehe, zunächst der längst bekannte weit offene in die capillaren Venenansätze, in welche das ganze Blut mit allen seinen suspendirten Elementen, den Blutkörperchen, eintreten kann, und dann der ausserordentlich enge, nur die Blutflüssigkeit zulassende, in die Ausläufer der Bindegewebskörperchen und von da in die Lymphgefäße führende Weg, der also nur einen Umweg zum Venensystem darstellt, und in welchem daher, ganz ebenso wie im letzteren, die treibenden Kräfte nur auf den Blutdruck d. h. die Herzthätigkeit zurückzuführen wären. Für diese Ansicht, welche jetzt nur auf wenige vereinzelte und nicht zweifellose anatomische Beobachtungen gestützt werden kann, eine breitere empirische Basis zu gewinnen, müssen wir für eine der wichtigsten Aufgaben halten, welche die physiologische Forschung in der nächsten Zeit prüfend zu verfolgen haben wird.

1) De glandularum lymphaticarum structura, dissert. inaug. Berolini 1858.



geäussert habe, also ohne Zweifel lebhafte Bewegungen ausführte. Auf welche Weise aber Muskelactionen, abgesehen von der Steigerung des Stoffumsatzes in den Muskeln selbst, eine Vermehrung der Bewegungsquantität der Lymphe bewirken, glauben wir in den oben angeführten Experimenten hinlänglich dargethan zu haben.

Nach dem Mitgetheilten lässt sich unsere Auffassung der *vis a tergo* folgendermaassen formuliren.

Die *vis a tergo* der Lymphgefässe ist ein Derivat des Blutdruckes. Ob aber die Lymphgefässwurzeln mit den Blutgefässen blos im Contact oder in der Continuität sich befinden, muss noch entschieden werden. Im ersteren Falle würde der Uebergang von Blutbestandtheilen in die saftführenden Kanälchen als ein durch ungleichen Druck modificirter osmotischer Process aufzufassen sein, da die Verzweigungen der Bindegewebskörperchen neben dem vom Blute stammenden Ernährungssaft gleichzeitig die Producte des Stoffwechsels ihrer Territorien enthalten. Dieser Ansicht entsprechend würden wir auch die *vis a tergo* in den vom Darm herkommenden Chylusgefässen von mechanischem Drucke und zwar, wie dies auch schon von Brücke geschah, von dem Drucke ableiten, unter dem der Darminhalt steht. In welcher Weise die Aufnahme von Substanzen aus dem Darmkanale durch die Contractionen der Zotten befördert wird, hat Doonders auseinandergesetzt.

Wenn aber in der That spätere Untersuchungen erweisen sollten, dass die Lymphgefässe und Blutgefässe in Continuität sich befinden, wenn die ausserordentlich wichtige Angabe Heidenhain's¹⁾ über den Zusammenhang von Blutcapillaren mit den Ausläufern von Bindegewebskörperchen in den Peyer'schen

¹⁾ Symbolae ad anatomiam glandularum Peyerii, Vratislaviae 1859, und in du Bois' und Reichert's Archiv 1859. S. 460.

Follikeln des Darmes, oder von G. Eckard ¹⁾ über den gleichen Zusammenhang der zartesten Blutgefäße mit dem die Alveolen der Lymphdrüsen durchsetzenden Netzwerk feinsten, von Bindegewebskörperchen abzuleitender Röhren, in weiteren Grenzen Geltung erlangen, ja als ein allgemein gültiges Organisationsgesetz sollten aufgestellt werden können, wenn die Lehre von einem plasmatischen Gefäßsystem, in welches nur die Blutflüssigkeit, nicht aber die Blutkörperchen eintreten, hiernach aus dem Gebiete vager Hypothesen in das wohlbegründeter anatomischer Thatsachen übergehen sollte: dann würde die Ableitung der im Lymphstrom wirksamen vis à tergo von dem Blutdrucke noch ungleich einfacher sich ergeben. Alsdann würde nämlich gesagt werden müssen, dass aus den capillaren Arterienenden dem Blute ein doppelter Weg offen stehe, zunächst der längst bekannte weit offene in die capillaren Venen: anfangs, in welche das ganze Blut mit allen seinen suspendirten Elementen, den Blutkörperchen, eintreten kann, und dann der ausserordentlich enge, nur die Blutflüssigkeit zulassende, in die Ausläufer der Bindegewebskörperchen und von da in die Lymphgefäße führende Weg, der also nur einen Umweg zum Venensystem darstellt, und in welchem daher, ganz ebenso wie im letzteren, die treibenden Kräfte nur auf den Blutdruck d. h. die Herzthätigkeit zurückzuführen wären. Für diese Ansicht, welche jetzt nur auf wenige vereinzelte und nicht zweifellose anatomische Beobachtungen gestützt werden kann, eine breitere empirische Basis zu gewinnen, müssen wir für eine der wichtigsten Aufgaben halten, welche die physiologische Forschung in der nächsten Zeit prüfend zu verfolgen haben wird.

1) De glandularum lymphaticarum structura, dissert. inaug. Berolini 1858.



Theses.

- 1) Non modo in vasis lymphaticis, sed in glandulis quoque secernentibus vis a tergo a pressu sanguinis deducenda est.
- 2) Sensationum projectio, quae dicitur, non nititur iudicio.
- 3) Ozontis in aëre atmosphaerico copia adaucta morborum inflammatoriorum ortum adjuvat.
- 4) Thermometrum organismo vivo applicatum vires ejus liberas et solutas metitur.
- 5) Activa cordis adspiratio nulla est.
- 6) Ozonte nascente causae morborum tolli queunt.
- 7) Musculorum actiones materiarum vicissitudinem imprimis viribus mechanicis evolutis adjuvant.
- 8) Phaenomeni excentrici lex, quae vocatur, non exstat.
- 9) Circulorum sensibilium, qui dicuntur, magnitudo a majore minoreve partium mobilitate potius dependet, quam a fibrarum nervearum numero.

Erklärung der lithographirten Tafel.

Nr. I—V sind mittelst des Kymographions gezeichnete Curven, welche die Druckverhältnisse im duet. thorac. darstellen. Die näheren Angaben finden sich im Abschnitt III. Die beigelegte schematische Figur gehört zu der auf Seite 59 gegebenen Auseinandersetzung.

